T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

İŞ MAKİNELERİNDE HASAR ANALİZİ VE ÖNLEMİ

Okan ARI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

TEMMUZ 2018

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

İŞ MAKİNELERİNDE HASAR ANALİZİ VE ÖNLEMİ

Okan ARI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

TEMMUZ 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ MAKİNELERİNDE HASAR ANALİZİ VE ÖNLEMİ

Okan ARI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 20/07/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hikmet RENDE (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Kamil DELİKANLI

Doç. Dr. Hakan ERSOY

ÖZET

İŞ MAKİNELERİNDE HASAR ANALİZİ VE ÖNLEMİ

Okan ARI

Yüksek Lisans, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hikmet RENDE

TEMMUZ 2018; 170 sayfa

Yapılan bu tez çalışmasında sektörde kendini kanıtlamış olan iş makinesi firmaları ile görüşülerek kullanmış oldukları hasar analizleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yeni nesil uydu takip sistemli ve otomasyon destekli hasar analiz yöntemleri üzerinde durularak elde edilen veriler, makine filoları ve filo takip sistemleri ve hasar kodları tezimizde firma özel bilgileri kullanılmadan paylaşılmıştır. Alınan sonuçlar neticesinde erken hasar uyarı sistemlerinin iş makinelerinin büyük hasarlara sebebiyet vermeden oluşan problemlerin hasar kodları aracılığı ile erken, ekonomik ve yerinde müdahaleyi mümkün kılmıştır. Yeni nesil uydu takip sistemli ve otomasyon destekli hasar analiz yöntemleri ile iş makine parçalarının pahalılığı dolayısıyla büyük hasarlarla neticelenecek yüksek meblağların önüne geçildiği görülmüştür. Ayrıca firmaların yedek parça havuzunda bulunmayan iş makinesi parçalarının yurtdışı tedariğinden dolayı kargo teslim süresinin uzun olması dolayısıyla makinelerin kullanılamamasından dolayı oluşan iş kaybının ve çok pahalı olan yurtdışı kargo masraflarının da büyük oranda önüne geçildiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: hasar analizi, hasar kodu, hasar uyarı sistemi, iş makineleri, vision link, uydu takip sistemi, komcare, komtrax

JÜRİ: Prof. Dr. Hikmet RENDE

Dr. Öğr. Üyesi Kamil DELİKANLI

Doç. Dr. Hakan ERSOY

ABSTRACT

FAILURE ANALYSIS AND ITS IMPORTANCE ON CONSTRUCTION MACHINERY

Okan ARI

Ms Thesis in Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hikmet RENDE

May 2018; 170 pages

In this thesis, failure, analyses of heavy equipment firms which proved themselves on the industry are investigated by communicated with these firm. Data which are achieved through investigation of automation supported failure analysis with new generation satellite tracking system, machine fleet, fleet tracking system and failure codes are shared without showing firms' private informations. As a result, it has been determinated that early failure warning systems make early, economic and timely intervention possible through failure codes without causing terrible failures on heavy equipments. It has been seen that huge costs, reason of expensiveness of spare parts, are prevented by using failure analysis methods with both new generation satellite tracking system and automation. Besides, it has also been seen that losses and costs which are caused by long lead time of not avaible spare parts on firms's spare part store are also avoided substancially by using forementioned analysis.

Keywords: failure analysis, failure code, failure warning system, heavy equipment, construction machinery, vision link, satellite, tracking system, komcare, komtrax

COMMITTEE: Prof. Dr. Hikmet RENDE

Dr. Öğr. Üyesi Kamil DELİKANLI

Doç. Dr. Hakan ERSOY

ÖNSÖZ

İş Makinelerinde Hasar Analizi konusunda beni araştırmaya sevk eden ve bu hasarların önlenebilmesi ya da daha büyük zararlara neden olmadan önüne geçebilme imkanlarını bulabilmem için beni araştırmaya teşvik eden çalışmış olduğum makine ikmal atölyesi ve değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmam için firma kaynaklarını ve tecrübelerini benimle paylaşan ve yönelttiğim tüm soruları bıkıp usanmadan cevaplayan Antalya Komatsu İş makinesi Servis Yetkilisi İlyas DAL beye; CAT İş Makinesi Yetkilisi Levent ERGU beye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın oluşmasında katkı sunan değerli hocam Prof. Dr. Hikmet RENDE' ye; mezun olduğum ve yüksek lisans eğitimimi sürdürdüğüm Makine Mühendisliği bölümünün diğer kıymetli hocalarına teşekkürü bir borç bilirim. Emekleri ve yol göstericilikleri ile beni her zaman onurlandırmışlardır.

Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğünde beraber çalıştığım ve her zaman tecrübelerini benimle paylaşan Makine Yüksek Mühendisi Ahmet Umut KAYAK ve değerli eşine çok teşekkür ederim.

Emek sarf ettiğim, mücadele içerisinde bulunduğum tüm işlerde bana sonsuz destek veren kıymetli aileme; Annem, Babam ve en değerli varlığım olan kardeşime ve kıymetli eşime sonsuz teşekkürler. Bana vermiş olduğunuz maneviyat, en değerli enerji kaynağımdır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ iii
AKADEMİK BEYAN vi
SİMGELER VE KISALTMALAR vi
ŞEKİLLER DİZİNİ viviii
ÇİZELGELER DİZİNİ xxv
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK TARAMASI 3
2.1. İş Makineleri Bileşenleri 3
2.1.1. Temel Motor Elemanları 3
2.1.2. Temel Emme ve Egzoz Sistemleri 10
2.1.3. Yağlama Sistemi 15
2.1.4. Motor Yakıt Sistemi 23
2.1.5.Yakıt Sistemi Elemanları 24
2.1.6. Güç Aktarma Organları 32
2.1.7. Makine Dönüş Sistemleri 55
2.1.8. Fren ve Kontrol Sistemleri 58
2.2. Motor Göstergeleri 70
2.3. Nihai Tahrik Göstergeleri 72
2.4. Şanzıman Göstergeleri 73
2.5. Difarensiyel Göstergeler 74
2.6. Hidrolik Göstergeler 75
2.7. Hata Kodları 76
3. MATERYAL VE METOD 82
4. BULGULAR 83
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 139
7. KAYNAKLAR 143
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "İş Makinelerinde Hasar Analizi ve Önemi" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20.07.2018

Okan ARI

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C : Santigrad derece

cm : Santimetre

K : Kelvin

h : Saat (hour)

Б :Normal Gerilme

П : Rezilyans Modülü

Kısaltmalar

A.Ü. : Akdeniz Üniversitesi

BSD : Brinel Sertlik Değeri

D : Çap

Dak : Dakika

DI : Direkt püskürtme

E : Elastisite Modülü

F : Uygulanan Yük

F max : Uygulanan en büyük kuvvet

G : Ağırlık

Hg' : Civa Basıncı

HMU : El Kontrollü Ölçüm Ünitesi

kPa :Kilopaskal

P : Basınç

Psi : İnçbasına düşen kuvvet

S : Gerilme

S.O.S. : Scheduled Oil Sampling (Yağ Analizi Programı)

t : Zaman

TS : Türk Standartları

VSD : Vickers Sertlik Deneyi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sıra Tip Motor Bloğu (Özyol 2002) 3

Şekil 2.2. V Tip Motor Bloğu (Özyol 2002) 3

Şekil 2.3. Yaş v Kuru Gömlek (Anonim) 3

Şekil 2.4. Segmanlar ve Piston 4

Şekil 2.5. Biyel Kolu (Komatsu 2016) 4

Şekil 2.6. Silindir Kapağı (Özyol 2002) 5

Şekil 2.7. Krank Şaft (Cummins Engine Company INC 1991) 5

Şekil 2.8. Kam Şaftı (Özyol 2002) 6

Şekil 2.9. Enjektör Tahrik Mekanizması (Komatsu 2007) 6

Şekil 2.10. Köprü (Komatsu 2007) 7

Şekil 2.11. Ön Düzen Dişlisi1)Krankşaft Dişlisi,2)Avare Dişli 3)Kam Şaft Dişlisi (Caterpillar Inc. 2001) 7

Şekil 2.12. CAT 3406C Motorunun Ön Dişli Düzeni 1) Su Pompası Tahrik Dişlisi 2) Avare Dişli (Su Pompası için) 3) Avare Dişli (Kam Şaftı için) 4) Motor Silindiri Sıkıştırma Strokunda Üst Ölü Noktada iken birbirini karşılama noktaları 5) Kam Şaft Tahrik Dişlisi 6) Hava Kompresörü Tahrik Dişlisi 7) Avare Dişli (hava kompresörü için) 8) Yağ Pompası Tahrik Dişlisi 9) Krank Şaft Dişlisi 10) Yağ Pompası Tahrik Dişlisi (Özyol 2002) 8

Şekil 2.13. Lastikli Titreşim Damperi (Cummins Engine Company INC 1991) 9

Şekil 2.14. Yağlı Titreşim Damperi (Cummins Engine Company INC 1991) 9

Şekil 2.15. Volan (Özyol 2002) 9

Şekil 2.16. Motor Hava Emme Sistemi 1) Egzoz Manifoldu 2) Hava Emme Manifoldu 3) Motor Silindiri 4) Turboşarj Hava Emişi 5) Turboşarj Kompresörü 6) Türbin 7) Turbodan hava çıkışı (Komatsu 2007)..... 10

Şekil 2.17. Turboşarj Ünitesi 22) Kompresör 23) Halka 24) Türbin Muhafazası 25) Turboşarj yatağı 26) Yağ Giriş Hattı 27) Halka 28) Deflektör 29) Yağ Çıkış Hattı 30) Halka 31) Turboşarj Yatağı 32) Halka (Özyol 2002)..... 11

Şekil 2.18. Caterpillar Ref 3306B Motoru Soğutma Sistemi 1) Radyatör 2) Radyatör Kapağı 3) Radyatöre Su Giriş Hattı 4) Aftercooler 5) Aftercooler'a giriş Hattı 6) Aftercooler'dan Çıkış Hattı 7) Dahili Bypass Hattı 8) Su Pompası 9) Su Pompası Emiş Hattı 10) Motor Yağ Soğutucusu 11) Bonet (Komatsu 2007) 12

Şekil 2.19. Motordaki ısı transferi (Özyol 2002) 13

Şekil 2.20. Deniz Motorlarında Keel Soğutma Sistemi (Özyol 2002) 13

Şekil 2.21. Su Pompası (Özyol 2002) 14

Şekil 2.22. Değişen Yüksekliğe göre Soğutma Sistemi Basınç – Kaynama Noktası Eğrisi (Özyol 2002) 14

Şekil 2.23. Etilen Glikol Oranına göre Donma Noktası Eğrisi (Caterpillar Inc 2001) .. 15

Şekil 2.24. İş makinelerinde Yağlama Sistemi (Caterpillar Inc 2001) 15

Şekil 2.25. Yağ Tankı (Komatsu 2007) 16

Şekil 2.26. Emiş Hattı ve Süzgeci (Komatsu 2007) 16

Şekil 2.27. Yağ Pompası (Komatsu 2007) 16

Şekil 2.28. Yağ Soğutucusu (Komatsu 2007) 17

Şekil 2.29. Ana Yağ Galerisi (Komatsu 2007) 17

Şekil 2.30. Krank Şaft Yağ Pasajları (Komatsu 2007) 17

Şekil 2.31. Piston Yağlama Jeti (Cummins Engine Company INC 1994) 18

Şekil 2.32. Piston Yağlama Jeti Olmayan Motorlarda Silindir Gömleğinin Yağlaması (Cummins Engine Company INC 1994) 18

Şekil 2.33. Karter Havalandırması (Caterpillar Inc 2001) 19

Şekil 2.34. Yatak Katmanları (Cummins Engine Company INC 1991) 19

Şekil 2.35. Yağa Bağlı Olarak Meydana Gelen Hasarlar (Özyol 2002). 21

Şekil 2.36. Krank Şaft Yağlama Sistemi (Özyol 2002). 21

Şekil 3.37. Segman çıkıntılarında depozit oluşumu (Komatsu 2007). 22

Şekil 2.38. a) Derin Çizikler ve yağlama delikleri hasarı, b) Eksik Yağlama sonucu yatak hasarı, c) Şaft üzerinde ısıdan kaynaklanan renk değişimi, d) Gezinti önleme halkasında renk değişimi (Komatsu 2007) 23

Şekil 2.39. Motor Yakıt Sistemi 1) Yakıt tankı 2) Yakıt Dönüş Hattı 3) El Besleme Pompası 4) Yakıt enjektörü 5) Yüksek basınçlı hat 6) Yakıt pompalama elemanı 7) Ön yakıt filtresi 8) Tek yön akış valfleri 9) Yakıt transfer pompası 10) Ana yakıt filtresi 11) Sabit tahliye orifis valfi 12) Ana yakıt pompa gövdesi (Özyol 2002) 24

Şekil 2.40. Yakıt Transfer Pompası (Caterpillar Inc 2001) 25

Şekil 2.41. El Besleme Pompası ve Ana Yakıt Filtresi (Caterpillar Inc 2001) 25

Şekil 2.42. Kılcal Yakıt Boru Hatları (Caterpillar Inc 2001) 26

Şekil 2.43. Ön Yanma Odası (Caterpillar Inc 2001) 26

Şekil 2.44. Setan Cetveli (Caterpillar Inc 2001) 27

Şekil 2.45. a) Direk Püskürtmeli sistemde enjektör b) Mekanik birim enjektör (Caterpillar Inc 2001) 27

Şekil 2.46. a) EUI enjektörü, b) HEUI enjektörü (Özyol 2002) 29

Şekil 2.47. CAT ECM Sistemi (Özyol 2002) 29

Şekil 2.48. Regülatör Sistemi (Compton, W.D. 1999) 30

Şekil 2.49. Tipik Alternatör Fırçalı (Komatsu 2007) 31

Şekil 2.50. Marş Motoru Pasif Durumda ve Marş Motoru Aktif Durumda 1) Geri çektirme yayı 2) Selenoid 3) Çekme Sargısı 4) Marş Terminali 5) Tutma Sargısı 6) Akü Terminali 7) Marş Anahtarı 8) Selenoid Switchi 9) Motor Terminali 10) Sürgü Levyesi 11) Manyetik Alan Sargısı 12) Pinyon Dişlisi Tahriği 13) Pinyon Dişli 14) Rotor Sargısı 15) Akü (Özyol 2002) 32

Şekil 2.51. Lastikli Yükleyicide Güç Aktarma Organları 1) Dizel Motoru 2) Tork Değiştirici 3) Şanzıman 4) Transfer Dişli Grubu 5) Arka Nihai Tahrikler 6) Arka Tahrik Şaftı 7) Ön Tahrik Şaftı 8) Ön Nihai Tahrikler (Özyol 2002) 33

Şekil 2.52. Paletli Yükleyicide Güç Aktarma Organları 1) Dönüş Kavramaları ve Frenler 2) Nihai Tahrikler 3) Dizel Motoru 4) Paletler 5) Tork Bölücü 6) Ana Tahrik Şaftı 7) Transfer ve Ayna Dişlileri 8) Şanzıman (Özyol 2002) 33

Şekil 2.53. Tork Değiştici Ünitesi (Komatsu 2007) 34

Şekil 2.54. CAT 988G Yükleyicinin Tork Değiştirme Ünitesi (Özyol 2002) 35

Şekil 2.55. Planet Dişli Şanzıman ve Ara şaftlı (counterschaft) Şanzıman (Özyol 2002) 36

Şekil 2.56. Şanzıman Kesit Görünümü (120H-140H Greyder) 1) Kapak 2) Dişli 3) Şanzıman Tahrik Şaftı 4) Dişli 5) Dişli 6) 1 Nolu Kavrama 7) Dişli 8) Dişli 9) 2 Nolu Kavrama 10) İleri Yön Şaftı 11) Dişli 12) 4 Nolu Kavrama 13) Dişli 14) Dişli 15) Dişli 16) 3 Nolu Kavrama 17) İkinci Hız /Geri Yön Şaftı 18) Dişli 19) 5 Nolu Kavrama 20) Dişli 21) Dişli 22) Dişli 23) 6 Nolu Kavrama 24) Üçüncü Hız/Birinci Hız Şaftı 25) Dişli 26) Dişli 27) 7 Nolu Kavrama 28) Dişli 29) Göbek 30) 8 Nolu Kavrama 31) Yüksek Hız/ Düşük Hız Şaftı 32) Şanzıman Çıkış Flanşı 33) Yağ Boşaltma 34) Şanzıman Gövdesi 35) Park Freni (Özyol 2002) 37

Şekil 2.57. Makine Düz ilerlerken Diferansiyel ve Makine Dönerken Diferansiyel (Komatsu 2007) 38

Şekil 2.58. Klasik diferansiyel (Komatsu 2007) 38

Şekil 2.59. Patinajsız Diferansiyel 5) Aks Dişlisi 6) Tahrik Edilen Kavrama 7) Yay 8) Tutucu Çember 9) Tutucu Çember 10) Yay 11) Tahrik Edilen Kavrama 12) Aks Dişlisi 13) Yay Dayanağı 14) Yay Dayanağı 15) Merkez Kamı 16) Segman 17) Pinyon Dişlisi Şaftı (Cummins Engine Company INC 1991) 39

Şekil 2.60. Patinajsız Diferansiyel (Düz İlerleme) 5) Aks Dişlisi 6) Tahrik Edilen Kavrama 11) Tahrik Edilen Kavrama 12) Aks Dişlisi 17) Istavroz 22) Istavroz Dişi 23) Tahrik Edilen Kavrama Dişi (Cummins Engine Company INC 1991) 39

Şekil 2.61. Sınırlı Patinajlı Diferansiyel 1) Gövde 2) Dayanma Pulu 3) Kavrama Grubu 4) Tahrik Elemanı Gövdesi 5) Aks Dişlileri 6) Pinyon Dişliler 7) Pinyon Dişliler 8) Pinyon Şaftları (Istavroz) 9) 45º'lik açı (Cummins Engine Company INC 1991) 40

Şekil 2.63. Plane Şekil ve t Dişli (Komatsu 2007) 41

Şekil 2.62. Nihai Tahrik Grubu (Komatsu 2007) 43

Şekil 2.64. Hidrolik Tank A) Doldurma Tüpü B) Filtreler C) Seviye Göstergesi D) Tanka Dönüş Hattı E) Tankın Boşaltma Tapası F) Pompa Emiş Hattı G) Sönümleme Plakası H) Basınç Sınırlama Valfi I) Havalandırma (Özyol 2002) 44

Şekil 2.65. CAT İş Makinesi Filtre Grubu (Özyol 2002) 45

Şekil 2.66. Pompa Sistemi ve Kanat Tipi Pompa Sistemi (Komatsu 2007) 45

Şekil 2.67. Kanat Tipi Pompa Sistemi Elemanları A) Kapak B) Basınç Koruma Plakası C) Barel D) Bareli Çevreleyen Gövde E) Kanatlar F) Keçeler G) Kapak (Komatsu 2007) 45

Şekil 2.68. Değişken Debili Piston Tipi Pompa (Eğim Plakalı) (Komatsu 2007) 46

Şekil 2.69. Eğik Eksenli Piston Tipi Pompa (İkiz) (Komatsu 2007) 46

Şekil 2.70. Akış Kontrol Valfi (Komatsu 2007) 48

Şekil 2.71. Pilot Kontrollü Sınırlama Valfi 1) Pilot Spoolu 2) Ana Boşaltma Spoolu (Komatsu 2007) 49

Şekil 2.72. Basınç Düşürücü Valf 1) Yay 2) Yay Spoolu 3) Pilot Spoolu (Komatsu 2007) 50

Şekil 2.73. Pilot Konrollü Yön Kontrol Valfi (Komatsu 2007) 50

Şekil 2.74. Beko Yükleyicilerde Tipik Yön Kontrol Valf Grubu 1) Yağ Çıkış Manifoldu 2) Ataşman Kontrol Valfi 3) Kepçe Eğim Kontrol Valfi 4) Kepçe Kaldırma Kontrol Valfi 5) Akış Önceliği Verici Valf 6) Sinyal Sınırlama Valfi (Cummins Engine Company INC 1994) 51

Şekil 2.75. Ana Kontrol Valf Grubu 1)Ana Kontrol Valfi 6) Ana Basınç Sınırlama Valfi 7) Ataşman Silindiri Head Hattı Basınç Sınırlama Valfi 8) Eğitim Silindiri Rot Hattı Basınç Sınırlama Valfi 9) Ataşman Silindiri Rot Hattı Basınç Sınırlama Valfi 10) Eğim Silindiri Head Hattı Basınç Sınırlama Valfi 12) Ataşman Yön Kontrol Spoolu 14) Eğim Silindiri Yön Kontrol Spoolu 16) Kaldırma Silindirleri Yön Kontrol Spoolu 17) Pilot Valfi (pilot yağ Manifoldu) AA) Kaldırma Silindirleri Head Tarafı Basınç Ölçme Tapası BB) Kaldırma Silindirleri Rot Tarafı Basınç Ölçme Tapası CC) Ana Hidrolik Sistem Basıncını Ölçme Tapası DD) Pilot Basıncını Ölçme Tapası (Cummins Engine Company INC 1994) 51

Şekil 2.76. Hidrolik Silindir A) Rot B) Silindir Kovanı C) Silindir Kovanı Bağlantı Gözü D) Rot Bağlantı Gözü E) Silindir Kapağı F) Kontrol Valfinden Gelen Hortum Bağlantı Noktaları G) Piston H) Piston Tespit Somonu (Komatsu 2007) 52

Şekil 2.77. Hidrolik Silindir Keçeleri 1) Toz Keçesi 2) Yağ Keçesini Yüksek Basınçtan Koruyan Keçe 3) Piston Keçesi 4) Piston Aşıntı Keçesi 5) Yağ Sızdırmazlık Keçesi 6) Rot Aşıntı Keçesi 7) Silindir Kapağı Keçesi (Komatsu 2007) 52

Şekil 2.78. Tek Rotlu ve Çift Rotlu Silindirler ve Hareket Sonu Sönümlemeli Silindir (Komatsu 2007) 53

Şekil 2.79. Akümülatör Tipleri 1) Ağırlık Yüklemeli 2) Yay Yüklemeli 3) Gaz Yüklemeli (Komatsu 2007) 53

Şekil 2.80. CAT 914 G Yükleyicinin Yürüyüş Eğik Eksenli Hidromotoru 1) Tahrik Şaftı 2) Motor Muhafazası 3) Flushing Çıkışı 4) Dayanak 5) Piston 6) Minimum Açı Sınırlama Vidası 7) Motor Kapağı 8) Kayar Hareketli Dağıtım Plakası 9) Maksimum Açı Sınırlama Vidası 10) Yay 11) Barel 12) Pivot Pimi (Cummins Engine Company INC 1991) 54

Şekil 2.81. Tipik Bir Lastikli Yükleyici Dönüş Devresi (Komatsu 2007) 55

Şekil 2.82. Dönüş Kontrol Valfi (Sağa Dönüş Pozisyonu) 1) Orifisler 2) Pasaj 3) Pasaj 4) Sola Dönüş için Silindire Giden Yağ 5) Tanka Dönüş Hattı 6) Sağa Dönüş için Silindirlere 7) Orifisler 8) Yay 9) Sağ Nötrleme Valfine Gelen Pilot Yağı 10) Sol Nötrleme Valfine Gelen Pilot Yağı 11) Orifisler 12) Yön Kontrol Spoolu 13) Tanka Dönüş Pasajı 14) Basınç Sınırlama Valfine Giden Sinyal Pasajı 15) Dönüş Pompasından Gelen Yağ Girişi 16) İki Yönlü Mukayese Valfi 17) Basınç Sınırlama Valfine Giden Sinyal Pasajı 18) Akış Kontrol Valfi 19) Basınç Sınırlama Valfi AA) Basınçlı Yağ BB) Tanka Dönüş Yağı CC) Bloke Olmuş Yağ (Caterpillar Inc 2001) 56

Şekil 2.83. Diferansiyel Dönüş Sisteminin Elemanları 3)Dönüş Hidromotoru Tarafından Tahrik Edilen Pinyon Dişlisi 4) Çevre Dişlisi 5) Taşıyıcı 6) Planet Dişlileri 7) Planet Dişlileri 8A) Güneş Dişlisi 8B) Güneş Dişlisi 10) Ayna Dişlisi 11) Çevre Dişlisi 12) Gövde 13) Taşıyıcı 17) Çevre Dişlisi 22) Taşıyıcı 23) Planet Dişlileri 24) Güneş Dişlisi 25) Merkez Aks 26) Şanzıman Çıkış Pinyon Dişlisi 27) Ayna Dişlisi 28) Dış Aks 29) Ayna Dişlisi Şaftı 30) Dış Aks A) Diferansiyel Dönüş B) Şanzıman Ayna Dişli Seti C) Eşitleyici Planet Grubu (Caterpillar Inc 2001) 57

Şekil 2.84. Balatlı Kampana Tipi Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001) 58

Şekil 2.85. Calipper Tipi Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001) 58

Şekil 2.86. Çok Diskli Tip Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001) 59

Şekil 2.87. Servis Freni 1) Güneş Dişlisi 2) Fren Pistonu 3) Servis Freni Yağ Pasajı 4) Disk 5) Pleyt 6) Aks 7) Planet Taşıyıcısı 8) Pimler (3 adet) 9) Yaylar (3 adet) 10) Çevre Dişlisi (Caterpillar Inc 2001) 60

Şekil 2.88. Ekskavatör Yürüyüş Hidromotorundaki Fren Düzeni 1) Fren Pilot Valfi 2) Yağ Giriş Portu 3) Hidromotor Tahrik Şaftı 4) Motorun Kapak Kısmı 5) Pasaj 6) Fren Yayı 7) Hidromotor Kovanı 8) Barel 9) Sürtünme Plakası 10) Ara Plakası 11) Piston Klavuzu 12) Piston Odası 13) Fren Pistonu 14) Pasaj 15) Yay 16) Fren Kavrama Hızı Yavaşlatma Valfi 17) Tutucu 18) Orifis (Caterpillar Inc 2001) 60

Şekil 2.89. Dönüş Kavraması Dayanağı 2) Dönüş Kavramasının Pleytleri ve Diskleri 3) Dış Tanbur 4) Kavrama Pistonu 5) Fren Kavrması Dayanağı 7) Fren Pistonu 8) Fren Kavraması Yayı 9) Fren Kavraması Muhafazası 10) Yağ Dolum Odası (fren çözme basıncı) 11) Dış Aks Şaftı 12) İç Aks Şaftı 13) Güç Giriş Göbeği 14) Yağ Dolum Odası (dönüş kavraması basıncı) (Komatsu 2007) 61

Şekil 2.90. Hava ve Hidrolik Kontrollü Fren Devresi 1) Şanzıman Nötrleme Grubuna Giden Hat 2) Park Fren Kontrol Valfi 3) Hava Kompresörü 4) Fren Hava Basıncı alarm İndikatörü 5) Sesli Alarm 6) Tekerlek Frenleri Hava Basınç Switchi 7) Hava Kompresörü Regülatörü 8) Tank Hava Basıncı Sınırlama Valfi (Komatsu 2007) 62

Şekil 2.91. Hasar Analizinde Kademeler (Ay,2004) 63

Şekil 3.1. Hasar Gören Perno ve Çatlak başlangıcı ve ilerleme yönü 84

Şekil 3.2. Pernonun kırık yüzeyi 85

Şekil 3.3. Kırılma yüzeyi ve Kopma yüzeyi 85

Şekil 3.4. Pernonun ön dingil ve tekerlek tablası arasındaki bağlantı yeri 86

Şekil 3.5. Hasar görmüş dişli parçası 86

Şekil 3.6. Hasar görmüş dişli parçası ve kırık dişliler 88

Şekil 3.7. Kırık cıvatanın genel görünümü ve kırık yüzeyi 88

Şekil 3.8. Kırık cıvatanın dağlanmamış (100X) 89

Şekil 3.9. Hidromek 140W iş makinesinin alt şase çatlak görünümü 90

Şekil 3.10. Hidromek 140W iş makinesinin alt şase çatlak görünümü 91

Şekil 3.11. İş makinesinin kanala alınması 92

Şekil 3.12. Şase-Aks bağlantıları 1) Sol Osilasyon Borusu 2) Fren Hortumu3) Diferansiyel Basınç Hortumu 4) Elektrik Kablosu 5) Şaft- Aks Bağlantısı 9) Aks Pimi Gres Hortumu 94

Şekil 3.13. Aks Sabitleme Laması Sökümü 94

Şekil 3.14. Fren hortumları ve Diferansiyel Basınç Hortumları Sökümü 95

Şekil 3.15. Direksiyon Silindir Milinin Muhafaza Edilmesi 95

Şekil 3.16 Sağ-Sol Osilasyon Borularının sökümü 96

Şekil 3.17. Çatlağın karbon ile boşaltılması 97

Şekil 3.18. İşlem yüzeyinin taşla temizlenmesi 98

Şekil 3.19. Kaynak işlemi 98

Şekil 3.20. Çatlak bölgesinin rötuş boya yapılması 99

Şekil 3.21. Aks pimi ve aks sabitleme lamasının takılması 99

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Hasar Nedeni İstatistik Tablosu (Kayalı vd. 1997) 64

Çizelge 2.2 Hasar Mekanizması İstatistik Tablosu (Kayalı vd. 1997) 65

Çizelge 2.3 Hatalı üretim ve fabrikasyon işlemlerinden kaynaklanan hatalar (Kayalı vd. 1997) 65

Çizelge 2.4 Hatalı üretim ve fabrikasyon işlemlerinden kaynaklanan hatalar (Kayalı vd. 1997) 66

Çizelge 2.5 Çevre koşullarında malzemenin özelliklerini yitirmesinden kaynaklanan hasarlar (Kayalı vd. 1997) 66

Çizelge 2.6. Planlı Göstergeler (Anonim 3)..... 68

Çizelge 2.7 Motor Göstergeleri (Anonim 3) 69

Çizelge 2.8 Nihai Tahrik Göstergeleri (Anonim 3) 71

Çizelge 2.9 Şanzıma Göstergeleri (Anonim 3) 72

Çizelge 2.10 Diferansiyel Göstergeleri (Anonim 3) 73

Çizelge 2.11. Hidrolik göstergeleri (Anonim 3) 74

Çizelge 2.12. Elektronik hata kodları (Komatsu 2007) 75

Çizelge 2.13. Komatsu SAA6D107E1 / SAA6D114E-3 / SAA6D125E-5 serisi motorlar için elektrik arıza kodu listesi (Komatsu 2007) 76

Çizelge 2.14 Aşınmış metal derişiminin çalışma saatine göre değişimi (Taşer 2017) 77

Çizelge 2.15 Yağlama yağında iz oluşumunun genel nedenleri (The Spex Speaker 1968) 78

Çizelge 2.16 Yağ Metal analiz kritik değer çizelgesi (The Spex Speaker 1968) 78

Çizelge 4.1 Genel durum tablosu 100

Çizelge 4.2 Filo durumu tablosu..... 103

Çizelge 4.3 Çalışma Saatleri 105

Çizelge 4.4 Makine Kullanımı Tablosu..... 106

Çizelge 4.5 Yakıt Tüketim Grafiği 108

Çizelge 4.6 Yakıt Tüketimi Tablosu 109

Çizelge 4.7 S.O.S değerleri tablosu 111

Çizelge 4.8 PL Uyarı tablosu 117

Çizelge 4.9 PL Uyarı detayları tablosu 121

Çizelge 4.10 Revizyon takvimi tablosu 125

Çizelge 4.11 inşaat firması filosu genel durum tablosu 126

Çizelge 4.12 inşaat firması filosu makine kullanım grafiği 128

Çizelge 4.13 inşaat firması filosu makine kullanım tablosu 129

Çizelge 4.14 inşaat firması filosu yakıt tüketim grafiği 130

Çizelge 4.15 inşaat firması filosu yakıt tüketim tablosu 131

Çizelge 4.16 inşaat firması filosu S.O.S değer tablosu 132

Çizelge 4.17 inşaat firması filosu PL uyarı detayları tablosu 135

Çizelge 4.18 inşaat firması filosu revizyon takvimi tablosu 137

.

.

1. GİRİŞ

İşlerin tehlikeli olduğu ya da insan yeteneğinin gerekmediği durumlarda, tezgahların ve makinelerin çalıştırılabilmesi eskiden beri üreticilerin amaçlarından biri olmuştur. Bunun gerçekleşmesi hayli zor olmuştur, çünkü bu, insanın yeteneklerine benzetilebilen ve istenen tekrarlama performansını temin etmek için gerekli kontrolleri icra edebilecek sistemlerin geliştirilebilmesini gerekli kılmıştır. İnsanoğlunun yeni durumlara kendini uyarlayabilme, alışık olunmayan durumu algılama, analiz etme ve makul bir sonuca ulaşma gibi yetenekleri hala günümüzdeki makinelerin kapasitelerini bir hayli aşmaktadır. Buna karşın günümüzde, eskiden sadece insanoğlunun yapabildiği birçok iş, artık elektromekanik ve hidromekanik sistemlerle yapılabilmektedir. Bugün robotlar ve iş makineleri, birçok imalat faaliyetinin bütünleşmiş bir parçası olmuşlardır (Compton 1999).

Piyasa koşullarının dışa bağımlılığı sebebiyle döviz kurlarının son zamanlardaki artış yönündeki esnekliği iş makine kullanıcılarının, makine ve yedek parça tedarikçilerinin aleyhine bir durum haline gelmiştir. Durum böyle iken mantıklı olarak yapılabilecek tek yöntem vardır; mevcut iş makinelerinin ve parçalarının kullanım ömrünü uzatmak ve oluşan hasarların daha da büyümeden önleminin alınmasıdır. Kullanım ömrünün uzatılması bilindiği gibi iş makinelerinin operatörler tarafından doğru kullanımından ayrıca en önemli unsur olan periyodik bakım ve kontrollerinin aksatılmadan zamanında yapılması ile sağlanabilir. Ancak farkına varılmadan makinenin arıza vermesi ve oluşan arızadan habersiz iş makinesi kullanımına devam edilmesi; daha büyük bir hasara davetiye çıkarabilir. İş makinesi üreten firmalar bu durumun farkına vardıkları için geliştirmiş oldukları sistem yazılımı ve uydu takip sistemleri sayesinde, sistem arızası direk olarak operatör arıza ekranına, hem makine kullanıcısının online hesabına ve mail adresine hem de makinenin kayıtlı bulunduğu bölgenin bölge bayi servisine ulaştırılmaktadır. Hasarın durumuna göre bazı durumlarda da iş makinesi sistemi kendini korumaya almak adına çalışmayı durdurmaktadır. Tezimde oluşabilecek hasarların önüne geçebilmek amaçlanmış olup; bu konudaki en uygun yöntemin uydu takip sistemli hasar analiz cihazları olduğuna kanaat getirilmiştir.

Uydu takip sistemlerinin en önemli görevi erken uyarı özelliğidir. Ayrıca bu sistem makine verimliliğinin incelenmesi, bakım onarım takvimi, makinenin çalışma saatleri, rölanti ve aktif çalışma süreleri, yakıt tüketim durumu gözlemlenebilir. Servislere müdahaleyi daha kolay ve öngörülebilir kılmak adına daha detaylı bilgi ulaştırılmaktadır. Örneğin yağ analizi (S.O.S), hasar kodlarının kapsamları, neden oluşabileceği ve çözüm önerileri gönderilmektedir. Bu sayede öngörülebilirlik sağlanmış olup, oluşabilecek büyük hasarların ve bunların getireceği yüksek maliyetlerin önüne geçilmiş olur. Şirketlerin kendilerine seçtikleri rekabet ortamından sonra planlama olarak bu doğrultuda hareket etmeleri gerekmektedir. Planlama ve faaliyet planlaması yapılmadığı taktirde yanlış bölümlerin faaliyetleri yükseltilir ve yanlış faaliyetler yürütülür (Garwin 1984)

Özel sektör veya kamu hizmet alanları incelendiğinde medeniyetin kurucu güçleri olan ve aslında pratiklik, iş gücü ve zaman bakımından bizlere artı değer katan iş makinelerini konu alan bu tezimde artan döviz kurları karşısında sürekli fiyat artışı gösteren iş makineleri ve parça fiyatlarının da astronomik rakamlara ulaşması beni bu konuda araştırma yapmaya yönlendirdi.

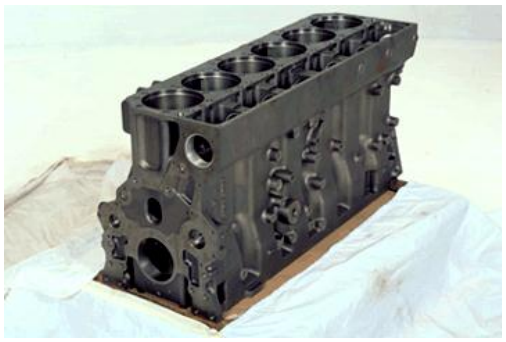
Tüm bu noktada belirtmek isterim ki; bu tarz sistemlerin ülke genelinde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Yukarıda belirtmiş olduğum faktörlerin her biri bu durum için zorunlu sebeplerdir.

2. KAYNAK TARAMASI

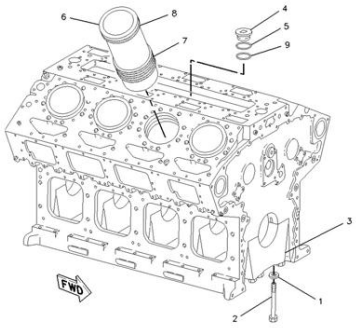
2.1. İş makineleri Bileşenleri

2.1.1. Temel Motor Elemanları

Motor Bloğu: İçinde silindir gömlek boşlukları, yağ, su kanalları, krank şaft ve kam şaft yuvaları olan motor elemanıdır. Motor bloğu dökme demirden imal edilmektedir. Motor bloğu sıra tipli ve V-tipi şeklinde olmaktadır (Özyol 2002)



Şekil 2.1. Sıra Tip Motor Bloğu (Özyol 2002)

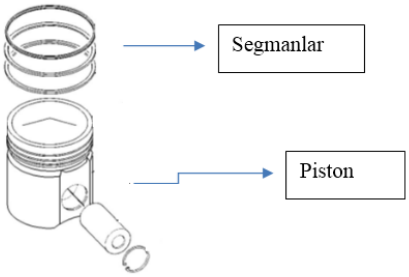


Şekil 2.2 V tip Motor Bloğu (Özyol 2002)

Silindir Gömleği: Motorun, içinde pistonların hareket ettiği elemanlarıdır. İş makinesi motorlarında yaş ve kuru olmak üzere iki tip gömlek kullanılmaktadır. Yaş gömleklerin dış tarafı su ile temas halindedir. Gömleğin aşağı doğru dış çevresinde sızdırmazlık keçeleri vardır. Bu gömleklerin motor bloğundan sökülmesi ve tekrar yerine takılması rahattır. Yaş gömleğin dezavantajı; gömleğin delinmesi veya aşağı taraftaki keçelerin bozulması durumunda motor yağına su karıştırmasıdır. İş makinesi motorlarında yaş gömleklerin kullanımı kuru tip gömleğe göre daha fazladır. Kuru tip gömlekler motor bloğuna sıkı geçmelidir. Dış tarafı motor suyu ile temas halinde değildir. Söküp takma işçiliği yaş tip gömleğe göre daha zordur. En önemli avantajı ise gömlek üzerinden motor yağına su karışması probleminin olmayışıdır. Piston gömlekleri dökme demirden imal edilir (Özyol 2002).

Şekil 2.3. Yaş ve Kuru Gömlek (Özyol 2002)

Pistonlar ve Segmanlar: Motorun, silindir gömleği içinde hareket eden elemanlarıdır. Yakıtın yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık üçte biri pistonlar vasıtası ile mekanik enerjiye çevrilir. Pistonlar taç ve etek bölümü olarak söylenen iki kısımdan meydana gelir. Etek kısmı alüminyumdur. Taç kısmı ise yüksek güçlü motorlarda çelikten, daha düşük güçlü motorlarda ise alüminyumdur. Pistonlar iki parçalı veya tek parçalı Pistonun üst çevresine doğru segmanlar bulunmaktadır. Piston segmanları genelde üç tanedir. En üstteki ve ortadaki segmanlar piston üzerinde oluşan patlama basıncının motor yağ karterine kaçmasını engeller. Bu segmanlar kompresyan segmanları olarak adlandırılır. Pistonun üst çevresine monte edilmiş bir çelik bant üzerinde içeri ve dışarı hareket ederek çalışırlar. Alt segman, piston aşağı doğru hareket ederken silindir gömleği yüzeyine yayılmış olan fazla yağı sıyırır (Komatsu 2007).

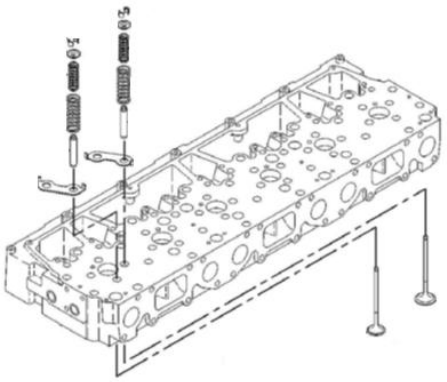


Şekil 2.4. Segmanlar ve Piston

Biyel Kolu: Pistonu krank şafta bağlayarak pistondan gelen hareketin krank şafta geçmesini sağlar. Biyel kolları dövme demir olarak imal edilir. Küçük çaplı tarafı bir pim vasıtası ile pistona bağlanır. Geniş yarı çaplı tarafı bağlantı kepleri ile krank şafta bağlanır (Komatsu 2007).

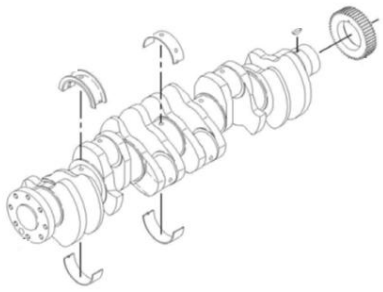
Şekil 2.5. Biyel Kolu (Komatsu 2007)

Silindir Kapağı: Motorun bu elemanı pistonların üst kısmını örtecek şekilde motor bloğunun üst kısmına kapanır ve böylece pistonların üst kısmı ile kendi arasında yanma odalarını oluşturur. Silindir kapağı dökme demirden imal edilir. Sıra tip motorlarda bütün silindirleri örten tek parçadan oluşur, V tipi motorlarda ise adet olarak, iki veya daha fazladır. Silindir kapağı motor sübaplarına ve enjektörlere yataklık eder. İçinde su ve yağ kanalları bulunmaktadır. Silindir kapağında ısıya dayanıklı çelikten imal edilmiş sıkı geçme sübap halkaları (dayanak halkaları) bulunur.



Şekil 2.6. Silindir Kapağı (Özyol 2002)

Krank Şaft: Pistonların aşağı yukarı yaptığı dikey hareketleri dönme hareketine çeviren elemandır. Krank şaft, ön taraftaki dişli yoluyla motorun ön dişli düzenine hareket verir. Arka tarafta ise volan yolu ile güç aktarma elemanlarına hareket verir. Bu şaft dövme demir olarak imal edilir. Ana yatakların ve kol yataklarının temas ettiği bölgeler sertleştirilmiştir. Krank şaftın içinde ana yataklardan kol yataklarına yağ ileten yağlama kanalları bulunur. Krank şaftın aşırı şekilde ileri geri eksenel hareketi gezinti önleme yatağı tarafından engellenir (Komatsu 2007)



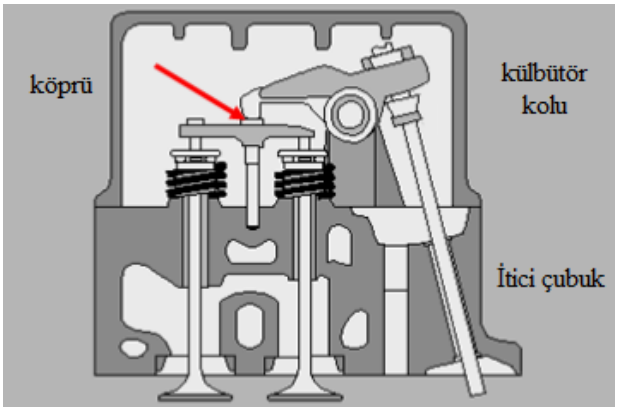
Şekil 2.7. Krank Şaft (Cummins Engine Company INC 1991)

Kam Şaftı: Motorun ön dişli grubundan tahrik alan bir tahrik dişlisi ile hareketlenir. Üzerinde bulunan kamlar vasıtası ile emme ve egzoz sübaplarının uygun zamanda açmasını, aynı zamanda birim enjektörlü motorlarda birim enjektörün zamanı geldiğinde püskürtme yapmasını sağlar. Bu şaftın motor üzerine takılması sırasında krank şaft ile uygun zamanlı olmasına dikkat edilir. Kam şaftı dövme demir olarak imal edilir (Özyol 2002)

Şekil 2.8. Kam Şaftı (Özyol 2002)

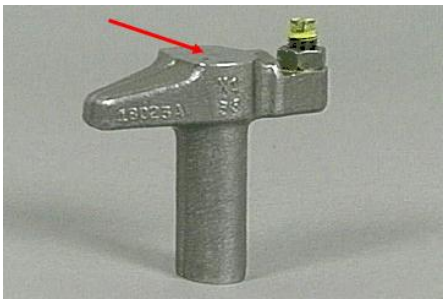
Sübap/Birim Enjektör Tahrik Mekanizması (Külbütör): Subapların hareket etmesini sağlayan bu mekanizma aşağıdaki parçaları içerir (Komatsu 2007).

Külbütör Kolu: Kam şaftı, kamların yaptığı dairesel hareketi dikey hareketler olarak sübaplara ve mekanik tahrikli birim enjektörlere iletir. Bazı motorlarda kam şaftı motor bölümünde olup kamlar külbütör koluna direk olarak temas ederler. Bazı motorlarda ise kam şaftı külbütör kolundan uzaktadır. Bu tip düzenlerde kam şaftının tahriği itici çubuklar vasıtası ile külbütör kollarına iletilir (Komatsu 2007).



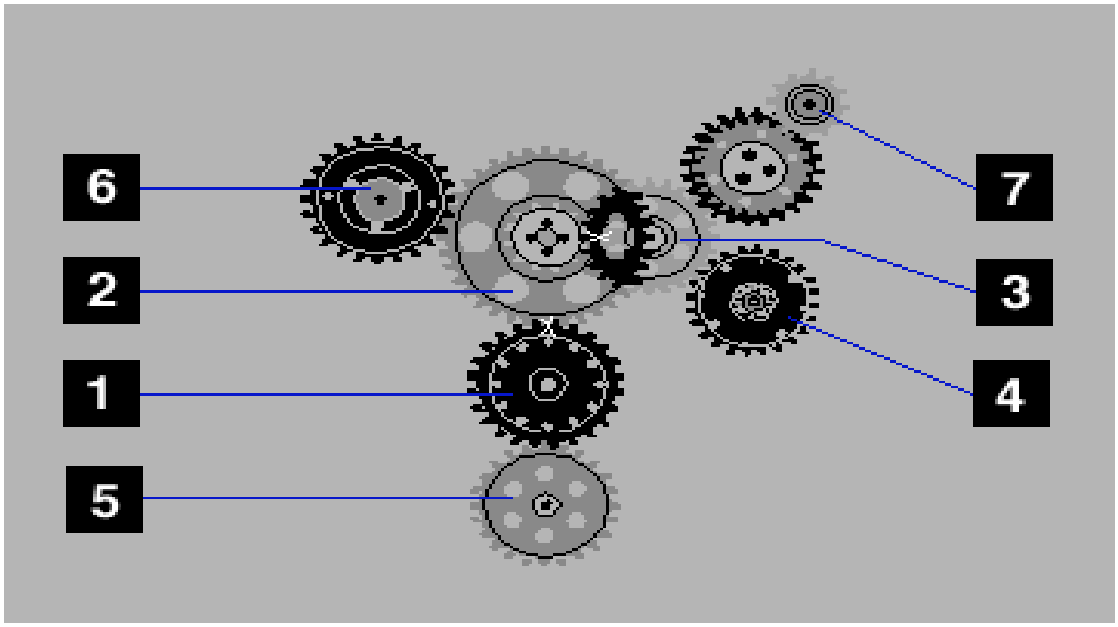
Şekil 2.9. Enjektör Tahrik Mekanizması (Komatsu 2007)

Köprü: Büyük motorlarda her bir silindir için iki adet emme sübapı ve iki adet egzoz sübapı bulunur. Bu motorlarda külbütör kolu, köprü vasıtası ile iki sübapı birden aynı anda tahrik eder (Komatsu 2007).



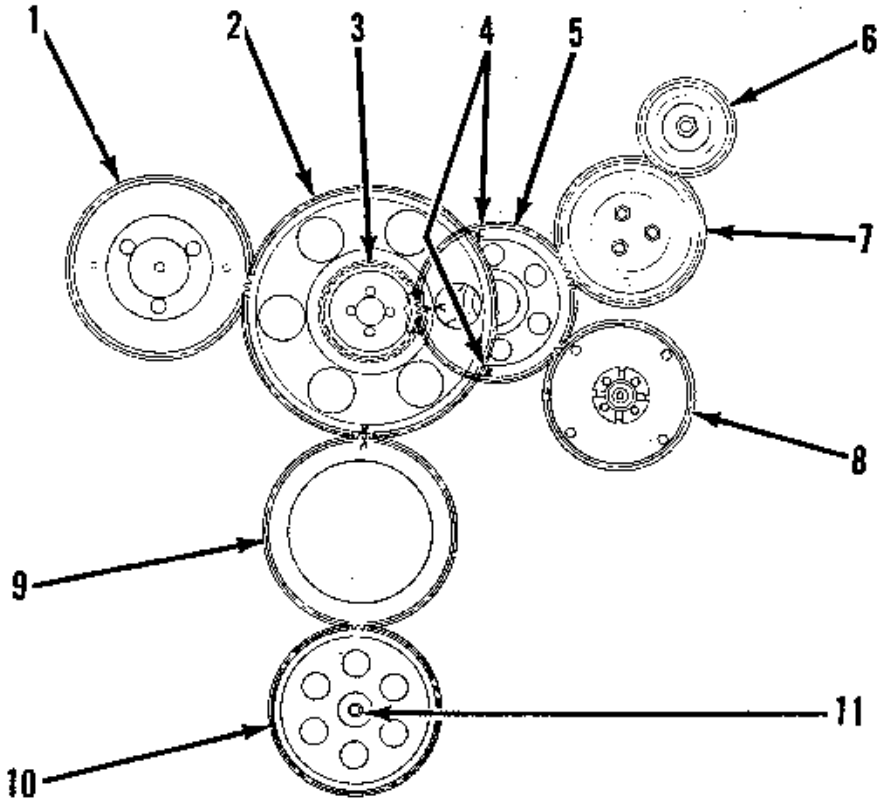
Şekil 2.10. Köprü (Komatsu 2007)

Ön Dişli Düzeni: Bu düzen krankşaft dişlisi tarafından tahrik edilerek motor yağ pompası dişlisinin, su pompası (devir daim) dişlisinin, eksantrik şaftı dişlilerinin ve dört silindirli motorlarda dengelem şaftı dişlilerinin tahrik olmasını sağlar. Bu düzende eksantrik şaftı dişlileri krank şaft dişlisine göre belirli bir zaman uyumu içinde çalışır. (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.11. Ön Düzen Dişlisi 1) Krank Şaft Dişlisi, 2) Avare Dişli, 3) Kam Şaft Dişlisi 4) Yakıt Pompası Dişlisi 5) Yağ Pompası Dişlisi 6) Su Pompası Dişlisi 7) Hava Kompresörü Dişlisi (Caterpillar Inc 2001)

Tipik Motor Ön Dişli Düzeni: Motorlarda ön dişli düzeni, döner aksamların tahrik dişlilerinin krank şaftan tahrik alması için kullanılır. Bu dişli grubunda bazı dişliler üzerinde bulunan işaretler kam şaft gibi bazı döner aksamların krank şaft ile belirli bir zaman uyumu içinde çalışması için kullanılır (Özyol 2002).

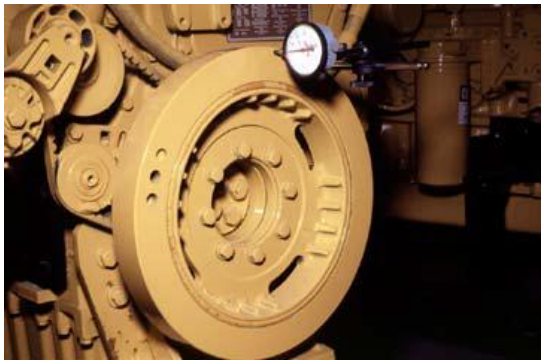


Şekil 2.12. CAT 3406C Motorunun Ön Dişli Düzeni 1) Su Pompası Tahrik Dişlisi 2) Avare Dişli (Su Pompası için) 3) Avare Dişli (Kam Şaftı için) 4) Motor Silindiri Sıkıştırma Strokunda Üst Ölü Noktada iken birbirini karşılama noktaları 5) Kam Şaft Tahrik Dişlisi 6) Hava Kompresörü Tahrik Dişlisi 7) Avare Dişli (hava kompresörü için) 8) Yağ Pompası Tahrik Dişlisi 9) Krank Şaft Dişlisi 10) Yağ Pompası Tahrik Dişlisi (Özyol 2002)

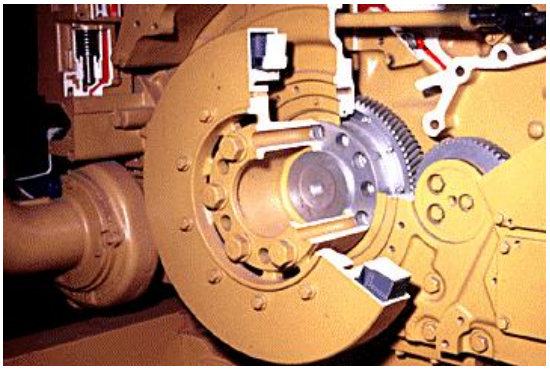
Sübap Tertibatı: Motorda, piston üzerine hava girmesini sağlayan hava emme sübapları ve patlama sonunda ortaya çıkan egzoz gazının dışarı çıkmasını sağlayan egzoz sübapları bulunur. Bu elemanlar sübap tertibatında bulunan yaylar vasıtası ile kam şaft kamlarını takip eder (Özyol 2002).

Sübap Döndürücüsü: Sübap ve sübap yayının üst kısmına yerleştirilmiş olan bu eleman külbütör kolunun her etkimesinde sübapın bir miktar dönmesini sağlar. Bu şekilde sübap tablalarının bütün çeperi eşit miktarda ısıl etkiye maruz kalarak sübap ömrü uzatılmış olur (Özyol 2002).

Titreşim Damperi: Motorun çalışması sırasında krank şaft üzerinde oluşan burulma titreşimlerini sönümler. Lastikli tip ve yağlı tip olmak üzere iki çeşit titreşim damperi bulunmaktadır. Lastikti tipte bir iç disk ve bir dış halka bulunur iç disk direkt olarak krank şafta bağlıdır. İç disk ile dış halka arasında elastik madde bulunmaktadır. Yağlı tipte ise krank şafta bağlanan bir disk ve bu diskin içinde çepeçevre dahili kanal ve bu kanalın içinde yüksek viskoziteli yağ ve dahili halka bulunmaktadır (Cummins Engine Company INC 1991).

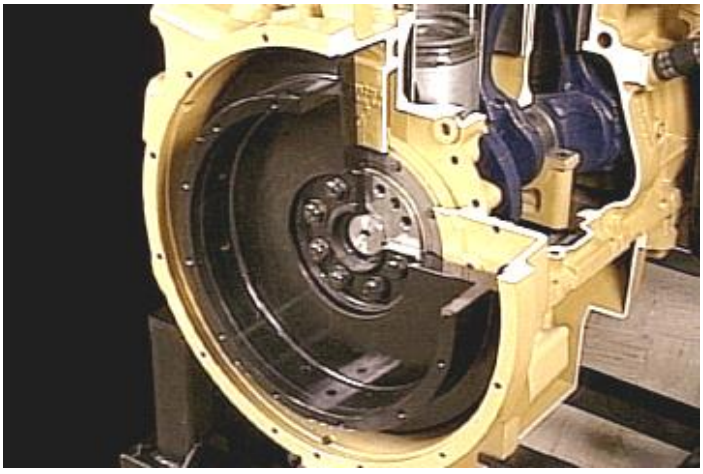


Şekil 2.13. Lastikli Titreşim Damperi (Cummins Engine Company INC 1991)



Şekil 2.14. Yağlı Titreşim Damperi (Cummins Engine Company INC 1991)

Volan: Krank şaftın arka ucuna bağlı olan bu eleman motorun çalışması sırasında kütlesinden dolayı kazandığı atalet ile pistonlar üzerinden krank şafta gelen darbeleri sönümleyerek motorun vuruntusuz bir şekilde çalışmasını sağlar. Debriyaj kavramalı sistemlerde ise debriyaj kavraması için basma yüzeyi oluşturur (Özyol 2002).

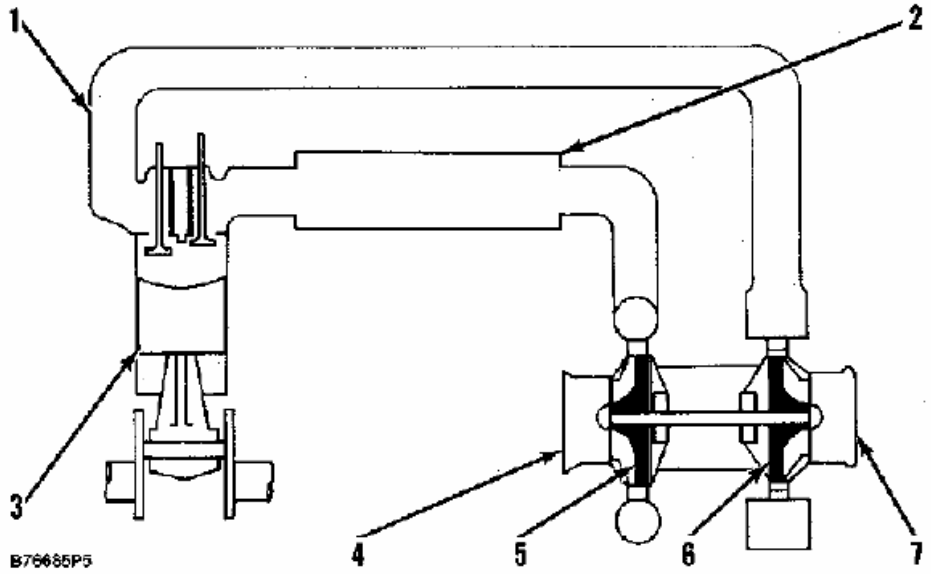


Şekil 2.15. Volan (Özyol 2002)

2.1.2. Hava Emme ve Egzoz Sistemi

Motor Hava Emme Sistemi: Sistemin tam bir yanmaya imkan verebilmesi amacıyla, silindir içine temiz ve serin hava gönderir; silindir içinde oluşan egzoz gazının atımı için içeri hava yollar ve hava akışı sırasında ses izolasyonu sağlar ayrıca silindir içine gönderilen havanın soğutulması görevini yerine getirir böylelikle motor içine daha fazla hava girmesine sebep olur (Komatsu 2007).

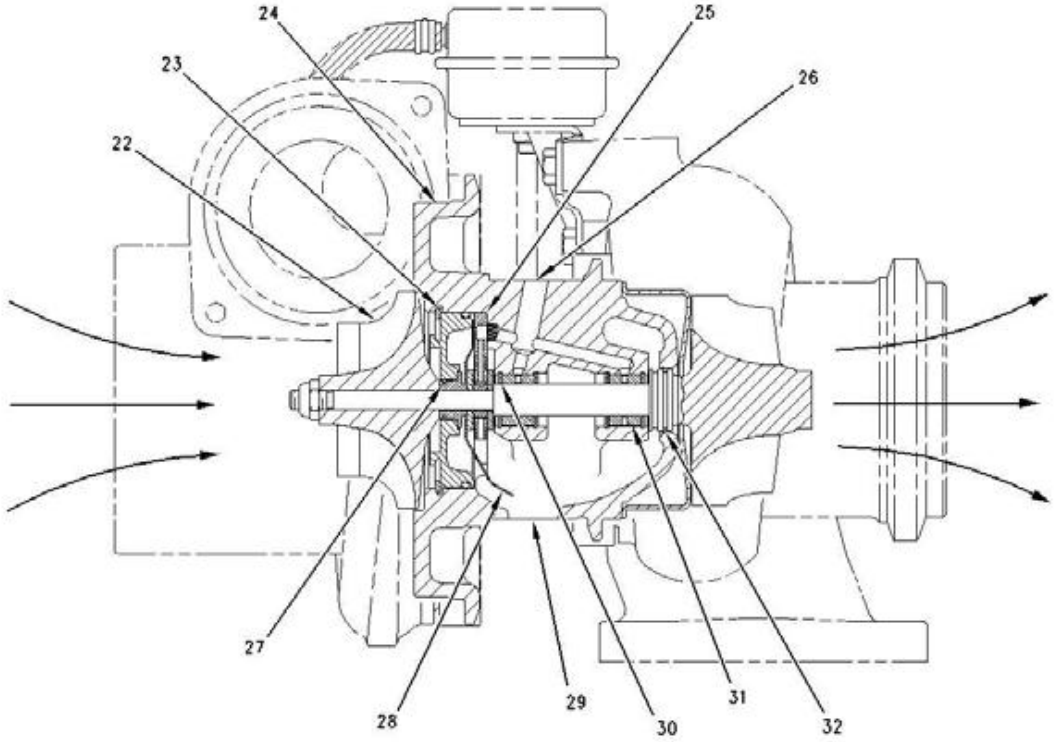
Hava Emme Sistemi: Ön hava filtresi, ana hava filtresi (Dış filtre sadece çok tozlu ortamlarda çalışan motorlar için), Turbo şarjın kompresör bölümü ve hava soğutucusundan oluşmaktadır (Komatsu 2007).



Şekil 2.16. Motor Hava Emme Sistemi 1) Egzoz Manifoldu 2) Hava Emme Manifoldu 3) Motor Silindiri 4) Turboşarj Hava Emişi 5) Turboşarj Kompresörü 6) Türbin 7) Turbodan hava çıkışı (Komatsu 2007).

Egzoz Sistemi: Bu sistem silindir içinde yanma sonucu meydana gelen egzoz gazlarının motor dışına akışını sağlar ayrıca egzoz basınç dalgalarını hafifleterek egzoz akışının sessiz bir şekilde atılmasın yardımcı olur. (Burada egzoz geri yepki basıncı 3 inç Hg yani 7,62 cm Hg' yi geçmemelidir) Egzoz sistemi bir veya iki adet olan egzoz manifoldu, eğer varsa turboşarj ünitesinin türbin bölümü, egzoz susturucudan oluşur (Özyol 2002).

Turboşarj Ünitesi : Bir hava pompası gibi çalışan bu ünite, aynı şaft üzerine bağlanmış olan bir türbin ve bir kompresörden ibarettir. Sıcak egzoz gazı akışından tahrik alan türbinin dönmeye başlaması ile şaftın diğer ucuna bağlanmış olan kompresör dönmeye başlar ve kompresör, hava filitresinden geçen saf havayı alıp motorun hava emme manifolduna gönderir. Bu ünite motorun silindirleri içine daha zengin hava göndermek suretiyle motor gücünün artmasını sağlar. Günümüzün turboşarj üniteleri 60000-120000 devir/dak aralığına çıkabilmektedir. Ayrıca turbo şarj üniteleri 427°C ile 704°C arası veya daha yüksek egsoz gazı sıcaklıklarına maruz kalmaktadır (Özyol 2002).

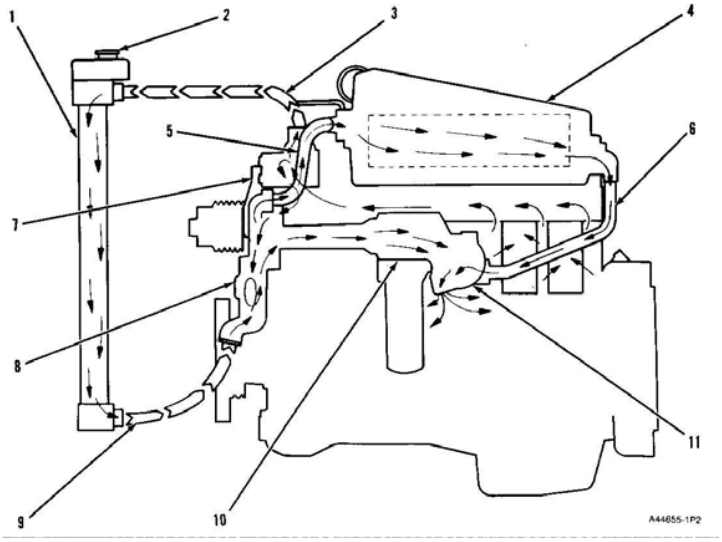


Şekil 2.17. Turboşarj Ünitesi 22) Kompresör 23) Halka 24) Türbin Muhafazası 25) Turboşarj yatağı 26) Yağ Giriş Hattı 27) Halka 28) Deflektör 29) Yağ Çıkış Hattı 30) Halka 31) Turboşarj Yatağı 32) Halka (Özyol 2002)

Motor Soğutma Sistemi: Motorun belirli bir rejim sıcaklığında çalışmasını sağlar. Motorun çalışması sırasında yakıtın yanması sonucu yüksek ısı oluşmaktadır. Bu yüksek ısı motor verimini artırmak için gereklidir. Fakat bu yüksek ısıdan dolayı, motor elemanlarının sıcaklığı düzenli olarak kontrol altında tutulmalıdır. Soğutma sistemi, bu ısıyı yeterli miktarda emerek motor elemanlarının en uygun ısıda çalışmasını sağlamaktadır. Soğutma sistemindeki bu sıcaklık kontrolü, bir termostat valf tarafından yapılır (Caterpillar Inc 2001).

Motor soğutma sistemi ayrıca motor yağı, şanzıman yağı, retarder (motor freni) ve aftercooler (turbo sonrası hava soğutucusu) gibi soğutuculardaki soğutma işlemini yerine getirir (Özyol 2002).

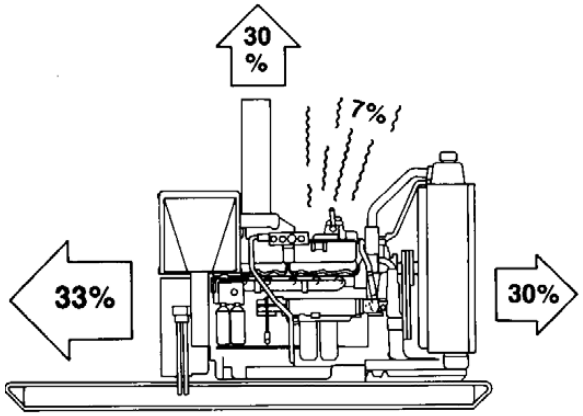
Motordaki aşırı ısınma (hararet), aşırı soğuma, piston sıkışması ve silindir kapağının çatlaması; soğutma sistemindeki anormalliklerden kaynaklanan klasik motor arızalarıdır. Aşırı ısınmanın motora zararı olduğu gibi aşırı soğumanın da motora zararı bulunmaktadır. Dolayısı ile motor olması gereken rejim sıcaklığı bölgesinde çalışmalıdır (Özyol 2002).



Şekil 2.18. Caterpillar Ref 3306B Motoru Soğutma Sistemi 1) Radyatör 2) Radyatör Kapağı 3) Radyatöre Su Giriş Hattı 4) Aftercooler 5) Aftercooler'a giriş Hattı 6) Aftercooler'dan Çıkış Hattı 7) Dahili Bypass Hattı 8) Su Pompası 9) Su Pompası Emiş Hattı 10) Motor Yağ Soğutucusu 11) Bonet (Komatsu 2007)

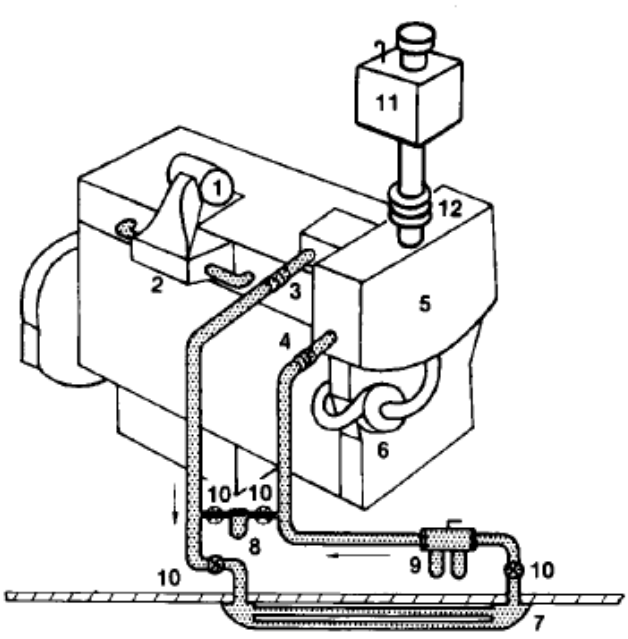
Soğutma sistemleri basınçla çalışır. Normal sistem basıncı yaklaşık 12-13 psi kadardır. Sistemin basınçlı olması soğutucu sıvının kaynama sıcaklığını arttırır. Böylece soğutucu sıvının daha geç kaynaması ve sistemde hava kabarcıklarının oluşumu engellenmiş olur. Soğutma sisteminde oluşan kabarcıklar motor için ciddi kavitasyon problemleri oluşturmaktadır. Soğutma sistemi elemanları: Su pompası (devir daim), (Deniz motorlarında deniz suyu pompası); Radyatör (Deniz motorlarında eşanjör veya gemi omurgasına yerleştirilen ısı transfer tüpü); Su ısı regülatör valfi (bu valf sistem gereksinim duyarsa akmakta olan soğutucunun radyatöre gitmesine izin verir, ayrıca gerektiğinde radyatöre giden yolu keser). Değişik parça numaralı farklı ısı aralıklarında çalışabilen termostat valfler bulunmaktadır (Komatsu 2007).

İş makinesi termostatları yaklaşık 87,5 Cº 'de açılmaya başlar ve 97,5 Cº 'de tam açık durumuna ulaşır. Hava soğutucusu turboşarj ünitesiden çıkan havanın soğutularak emme maifolduna gitmesini sağlar. Motorun soğutma sisteminde kullanılan soğutma sıvısı normal içilebilecek su, antifiriz ve su şartlandırıcısından meydana gelir. Antifiriz iklim koşullarına göre soğutucu sıvı karışımının %20 ile %60 arasında eklenir ayrıca su şartlandırıcısı ise tüm soğutucu sıvının %3'ü ile %6 'sı arasında ki miktarı kapsar. Antifiriz, sistemdeki suyun donma noktasını düşürdüğü gibi aynı zamanda kaynama noktasını da arttırır. İş makinelerindeki soğutma suyu karışımındaki antifiriz yüzdesinin %60'ı geçmesi tavsiye edilmez, geçmesi sonucunda soğutma sıvısının ısı transfer kabiliyeti ortadan kalkmış olur. Karışımda kullanılan su şartlandırıcısı ise motor içerisinde ki soğutma sıvısının temas ettiği yerlerde paslanma oluşumunu önlemektedir (Komatsu 2007).

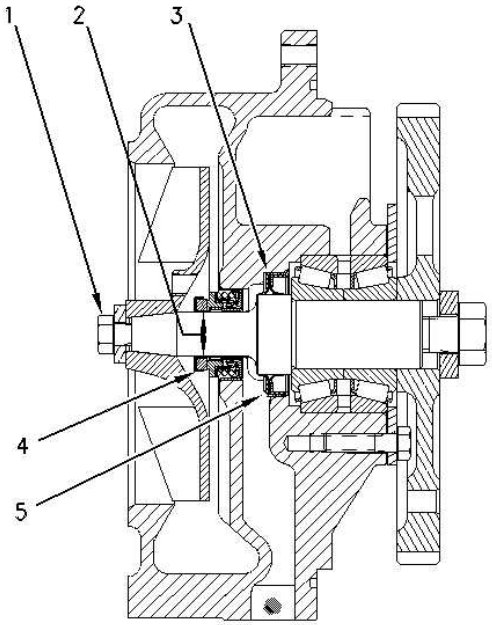


Şekil 2.19. Motordaki ısı transferi (Özyol 2002)

1) Turboşarj
2) Aftercooler
3) Aftercooler çıkış hattı
4) Aftercooler giriş hattı
5) Genleşme tankı
6) Su pompası
7) Keel cooler
8) Bypass filtresi
9) Çift kat tam akış filtresi
10) Kapama Valfi
11) Yedek genleşme tankı
12) Esnek bağlantı

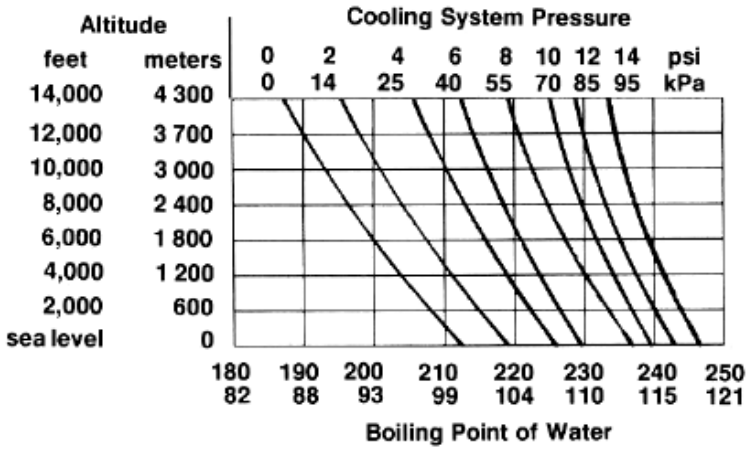


Şekil 2.20. Deniz Motorlarında Keel Soğutma Sistemi (Özyol 2002)

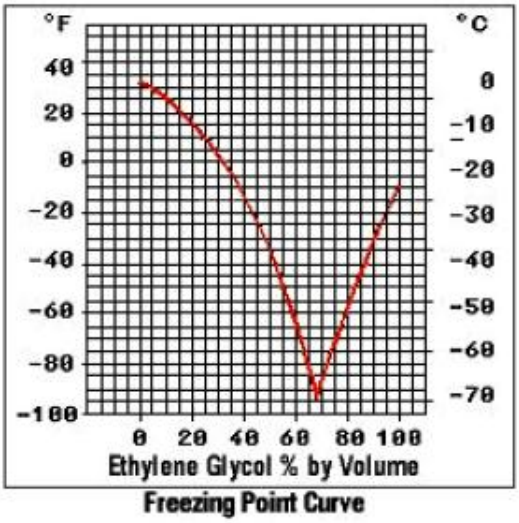


Şekil 2.21. Su Pompası (Özyol 2002)

1)İmpeler tespit civatası
2)Sukeçesinin bulunduğu bölgedeki şaft çapı
3)Halka ve keçe
4)Keçe tertibatı
5)Keçe

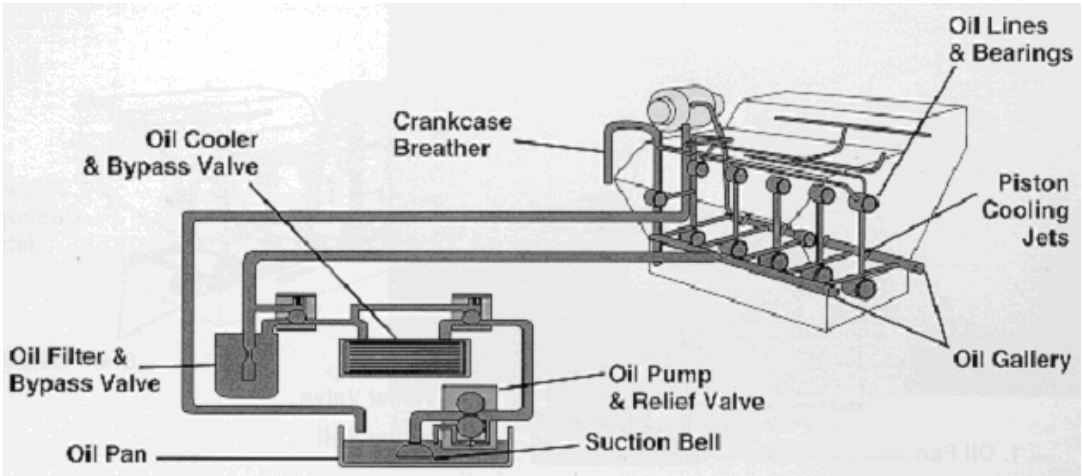


Şekil 2.22. Değişen Yüksekliğe göre Soğutma Sistemi Basınç – Kaynama Noktası Eğrisi (Özyol 2002)



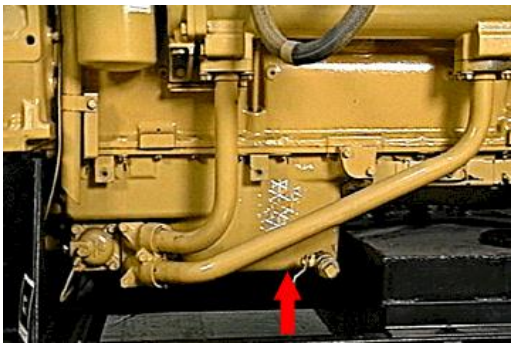
Şekil 2.23. Etilen Glikol Oranına göre Donma Noktası Eğrisi (Caterpillar Inc 2001)

2.1.3. Yağlama Sistemi: Motor yağlama sisteminin; Temizleme, Soğutma, Yağlama gibi üç ana temel görevi vardır. Hareket, sürtünme ve ısı sonucunda motor parçalarının aşınmasını önler. Yağ: motorun normal çalışması esnasında parçalar üzerinde oluşan metal depozitleri ve silindir gömleklerini temizler, yanma sonucunda oluşan karbonun parçalara zarar vermesini engeller. Motor parçaları üzerindeki ısıyı emerek transfer eder. Ayrıca birbiriyle partner çalışan parçalar arasında ince bir film tabakası oluşturarak metalin metale teması sonucu oluşan aşınmayı önler (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.24. İş makinelerinde Yağlama Sistemi (Caterpillar Inc 2001)

Yağ Tankı: Motor yağı için reservuar görevi görür aynı zamanda yağ ile atmosfer arasında ısı transferini sağlar (Özyol 2002).

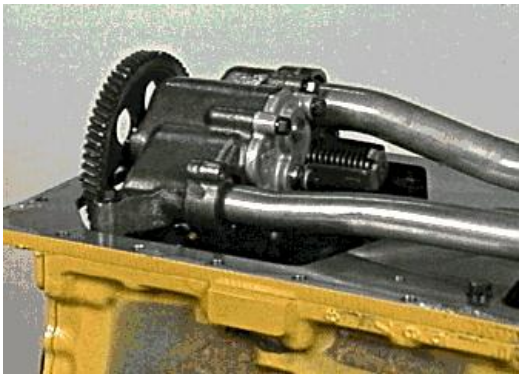


Şekil 2.25. Yağ Tankı (Komatsu 2007)

Emiş Hattı ve Süzgeci: Süzgeç; yağ sistemine döküntü parçaların girmesini önler. Emiş hattı, reservuardan aldığı yağı yağ pompasına transfer eder. (Özyol 2002)

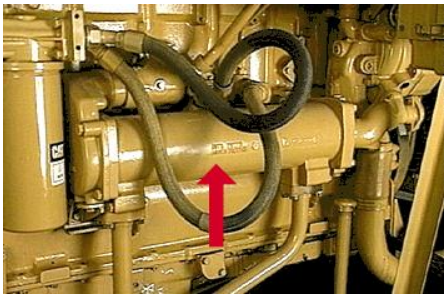
Şekil 2.26. Emiş Hattı ve Süzgeci (Komatsu 2007)

Yağ Pompası ve Emniyet Valfi: Yağ pompası yağın sistemde dolaşımını sağlar. Krank şafttan bir dişli yardımıyla tahrik alır. Emniyet valfi ise yağlama sisteminde yüksek basınç oluşmasını engeller. Üzerinde bulunan yayın sertlik derecesine göre maksimum sistem basıncı belirlenir. Yüksek basınçtaki yağı tekrardan yağ reservuarına gönderir. (Özyol 2002)



Şekil 2.27. Yağ Pompası (Komatsu 2007)

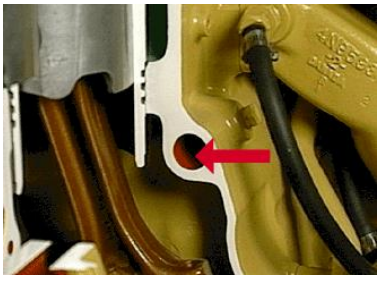
Yağ Soğutucusu ve By-Pass Valfi: Yağın ısısını alarak yağlama özelliğinin viskozitesinin korunmasını sağlar. Motor soğutma sıvısı ile ısı transferi gerçekleşir. Yağ soğutucusunda herhangi bir problem meydana geldiğinde, by-pass valfi açar ve motorun hayati önem taşıyan parçalarına yağ akışı sağlanır. Motor yağı soğukken akışı zor olacağından dolayı by-pass valfi açabilir (Cummins Engine Company INC 1994).



Şekil 2.28. Yağ Soğutucusu (Komatsu 2007)

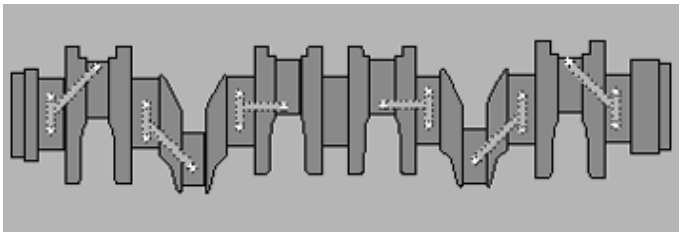
Yağ Filtresi ve By-Pass Valfi: Yağın içinde bulunan metal parçacıklarını tutarak sisteme girmesini engeller. Yağın kalın olduğu (Motor ilk çalıştığı anda) veya filtrenin tıkandığı durumlarda by-pass valfi açarak motorun hayati önem taşıyan parçalarına yağın iletilmesini sağlar. Böylece motorun yağsız çalışma (Oil Starvation) durumu engellenir (Cummins Engine Company INC 1994).

Ana Yağ Galerisi: Motorda turbo ünitesi bulunuyorsa; turbodan çıkan yağ, ayrı bir hat yoluyla turboya girerek yağlama yapar. Eğer turbo mevcut değilse yağ, blokta bulunan ana yağ galerisine girer (Cummins Engine Company INC 1994).



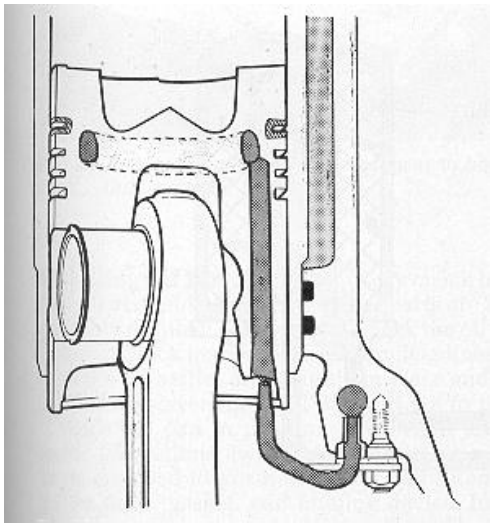
Şekil 2.29. Ana Yağ Galerisi (Komatsu 2007)

Krank Şaft Yağ Pasajları: Ana yağ galerisinden çıkan yağ, krankşaftın ana yataklarına ve krank şaft içindeki kanallar yolu ile kol yataklarına gider (Cummins Engine Company INC 1994).



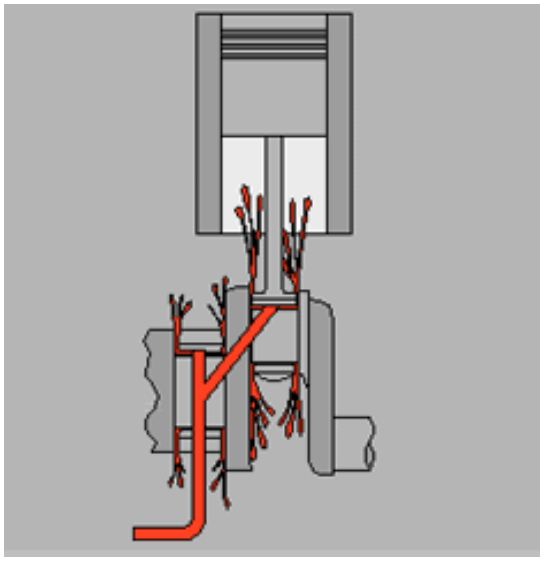
Şekil 2.30. Krank Şaft Yağ Pasajları (Komatsu 2007)

Piston Yağlama Jeti: Jet tüpü vasıtası ile her bir pistonun alt kısmına, pistonun taç bölgesinin soğutulması için yağ püskürtülür. Aynı zamanda pistona çarpan bu yağ pistonun iç kısmından dışarı doğru olan kılcal delikler yolu ile yağlama segmanına ulaşır. Bu şekilde silindir gömleğinin yağlaması yapılır (Cummins Engine Company INC 1994).



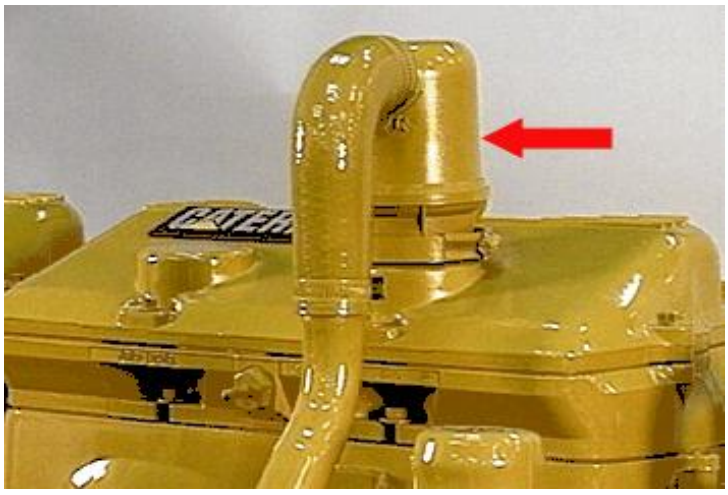
Şekil 2.31. Piston Yağlama Jeti (Cummins Engine Company INC 1994)

Piston Yağlama Jeti Olmayan Motorlarda Silindir Gömleğinin Yağlaması: Kol Yatakları üzerindeki yağlama pasajlarına gelen yağ, pistonun etek altı kısımlarına sıçratılmak sureti ile pistonun taç bölgesinin ve silindir gömleği iç kısmının yağlaması yapılır (Cummins Engine Company INC 1994).

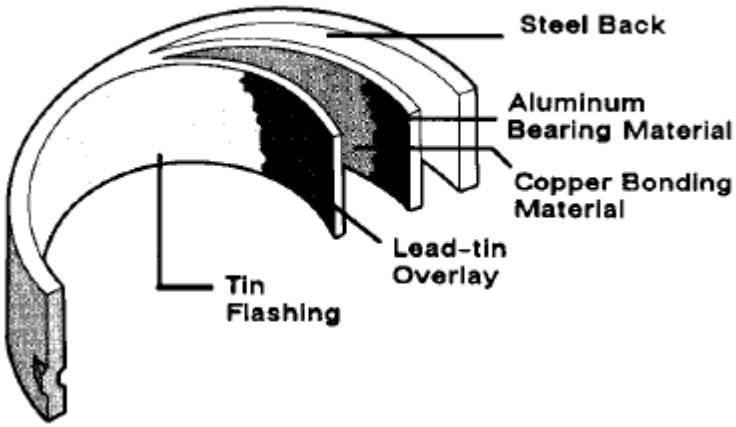


Şekil 2.32. Piston Yağlama Jeti Olmayan Motorlarda Silindir Gömleğinin Yağlaması (Cummins Engine Company INC 1994)

Karter Havalandırması: Yanma sonucu oluşan gazlar, piston segmanlarını geçerek karterde basınç oluşturur. Karter havalandırma sistemi yüksek basınçtan dolayı karterin zarar görmesini engeller ve sistem yağın kartere kolayca dönmesini sağlar. Havalandırmada, kartere dışarıdan giren havanın tozdan arındırılması için bir süzgeç bulunmaktadır. Bu süzgecin tıkanması durumunda motorun yağ tüketimi artar (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.33. Karter Havalandırması (Caterpillar Inc 2001)



Şekil 2.34. Yatak Katmanları (Cummins Engine Company INC 1991)

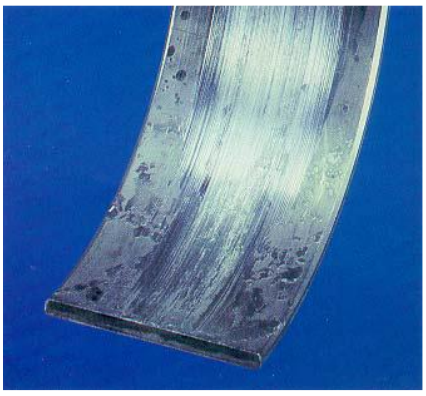
Yağlama sistemi Problemleri: Yağlama sisteminin motorun aşınmasına neden olan yetersiz yağlama ve kirlenmiş yağ gibi iki temel problemi vardır (Komatsu 2007).

Yetersiz Yağlama: Yetersiz yağlama durumuna neden olan birçok faktör vardır ancak bunların başında motorun soğuk olarak çalışması gelir; motor soğuk iken sistemde bulunan yağ kalındır ve akışı zordur. Yağ yeteri kadar ısınmadan motor yüksek devirde çalıştırılırsa yetersiz yağlama problemi meydana gelir. Yetersiz yağlama belirtilerinin düşük yağ basıncı ve kazınmış yataklar (Scuffed Bearing) olduğu görülür. Yanlış viskozite değerinde yağ kullanılması yetersiz yağlamaya sebep olur; yağ çok ince olduğu takdirde parçaları yeterince koruyacak şekilde saramaz bunun yanı sıra kalın olduğu takdirde ise akışı zorlaşır ve yağlamayı tam anlamıyla gerçekleştiremez. Tüm bu belirtilen sebeplere ilaveten karterdeki yağ miktarının eksik olası da yetersiz yağlamaya sebep olmaktadır (Komatsu 2007).

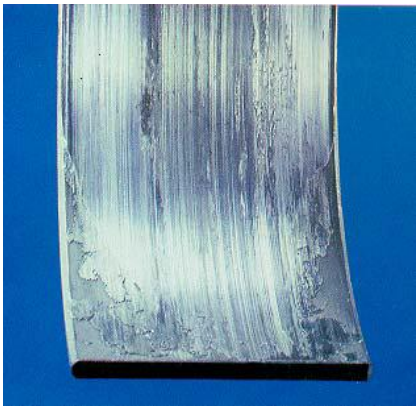
Kirlenmiş Yağ: Yağın değiştirilme periyodlarına uyulmaması durumu yağda kirlenmeye sebep olur. Yağın değiştirilmesinin geciktirilmesi durumunda yağ koruyucu özelliğini yitirerek yatak yüzeylerinde ve hareketli parçalarda aşınmaya sebep olur. Yağın kirlenmiş olduğunu yapılan yağ analizi sonucunda (S.O.S) yüksek oranda silikon bulgusuna rastlanıldığında, kullanılan filtrelerin kirlendiğinin görülmesiyle; çizilmiş (scratched) yatak, piston ve segmanların gözlemlenmesiyle ve yağın süt rengini almasıyla anlaşılır. Krank Şaft yataklarında meydana gelen problemlerin %70'i, kirlenmiş yağdan kaynaklanmaktadır. Yağlama sistemi probleminin etkisi ilk olarak turbo yataklarında, ikinci olarak ise ana ve kol yataklarında aşınma görülür. İş makinelerinde yatak aşınması gözlemlendiğinde ilk akla gelecek hususun yağlama problemi olacağı unutulmamalıdır (Komatsu 2007).

Yağa Bağlı Olarak Meydana Gelen Hasarlar: Yetersiz yağlama veya krank şaft ile yatak arasında yetersiz film kalınlığı (oil starvation), yataklarda hasara sebeb olur. Motorun uzun süre yetersiz film kalınlığında çalışması sonucu ilk olarak yatak merkezindeki kurşun kalay kaplama sıyrılır ve yatak lekeli bir görünüm alır (smeared bearing). Daha sonra yatak merkezindeki alüminyum malzeme sıyrılarak kazınma meydana gelir (scuffed bearing). Bunun sonucunda ise yatak sarar ve çalışamaz duruma gelir. (Seized bearing) Yağda kirlilik oluşması sonucunda yataklarda çizilme meydana gelir. Yağ filtresinin tıkanması sebebiyle çelik, demir, alüminyum, plastik gibi partiküller yağlama sistemine karışır ve yataklar aşınarak uygun yağ film kalınlığı oluşturulamaz. Yağın aşırı kirlenmesi sonucu sistem yağı değiştirilse bile aşındırıcı malzemeler yatak içine gömülerek krank şaftt üzerinde derin çizikler oluşmasına neden olabilir (scratched bearing) (Özyol 2002).

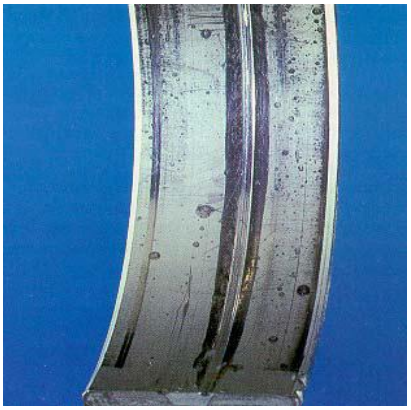
a) Lekelenmiş (smeared) Yatak



b) Kazınmış (scuffed) Yatak



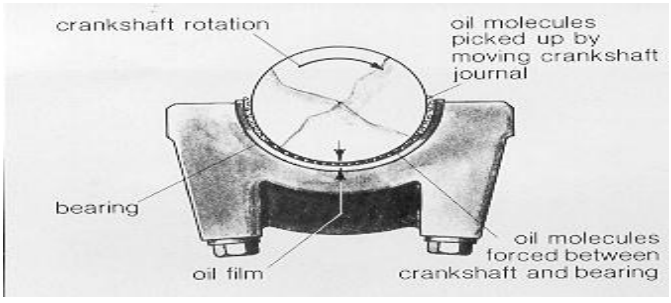
c) Sarmış (seized) Yatak



d) Çizilmiş (Scratched) Yatak

Şekil 2.35. Yağa Bağlı Olarak Meydana Gelen Hasarlar (Özyol 2002).

Krank Şaftta Meydana Gelen Yağlama Problemleri: Yatak ile krank şaft arasında oluşan yağ filmi; metalin metalle temas etmesi sonucu oluşan sürtünme ve ısıyı engeller ayrıca yatak sarmasının önüne geçmiş olur. Kirli yağ kullanılması sonucu yataklara gömülmüş olan aşındırıcı malzemeler, krank şaftta derin çiziklere sebep olur (Özyol 2002).



Şekil 2.36. Krank Şaft Yağlama Sistemi (Özyol 2002).

Piston, Segman ve Gömleklerde Meydana Gelen Yağlama Problemleri: Kirli yağ kullanılması sonucunda pistonun etek kısmında ve özellikle piston pim yuvası bölgesinde şeritler meydana gelir (piston scuffing). Yağ filminin kırılması sonucu piston sıkışır (seized piston).

a) Kirli yağın aşındırıcı etkisi

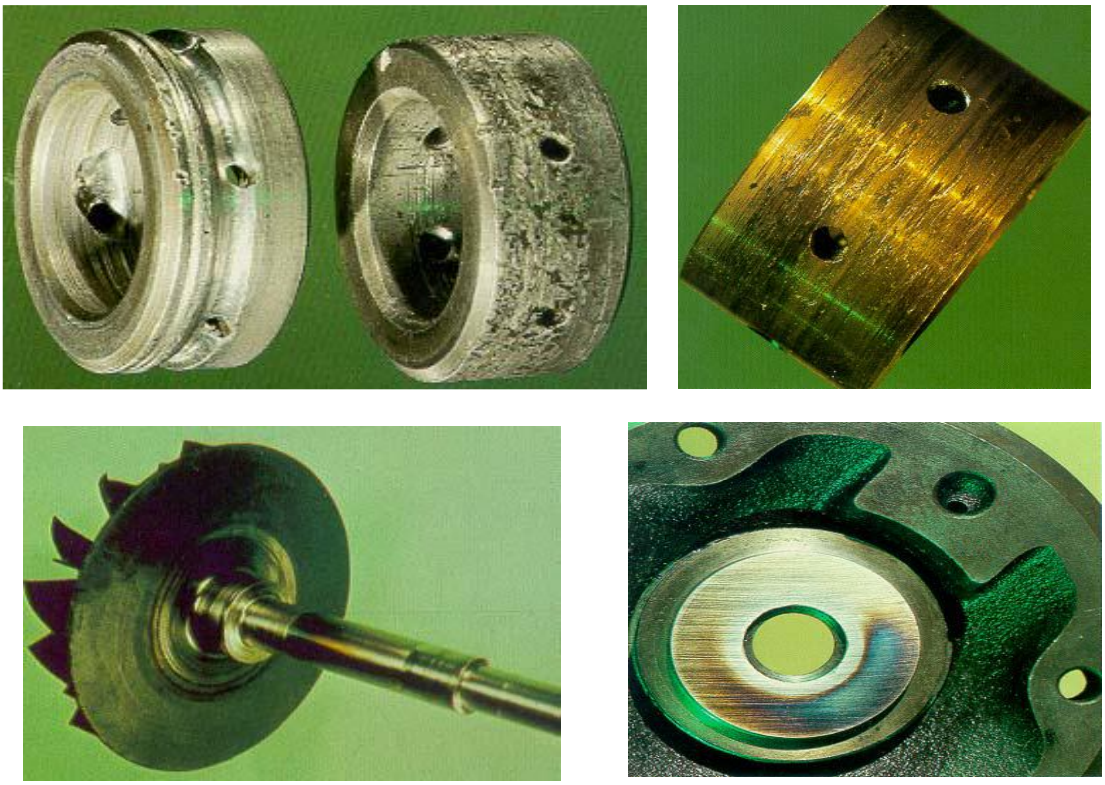
b) Piston sıkışması

c) Yağ değiştirme periyotlarına uyulmaması

d) Kısa bir süre yağsız

Şekil 3.37. Segman çıkıntılarında depozit oluşumu (Komatsu 2007).

Turboşarj Ünitesinde Meydana Gelen Yağlama Problemleri: Turbo devirleri 60000–100000 arası değiştiğinden, turbo yataklarının yağlanması ve soğutulması şarttır. Kirli yağ kullanılması veya yetersiz yağlama sonucu turbo yataklarında hasar meydana gelir. Eksik yağlama sonucu şaftta ve baskı halkasında (thrust ring) ısı renk değiştirmesi (heat discoloration) görülür (Komatsu 2007).

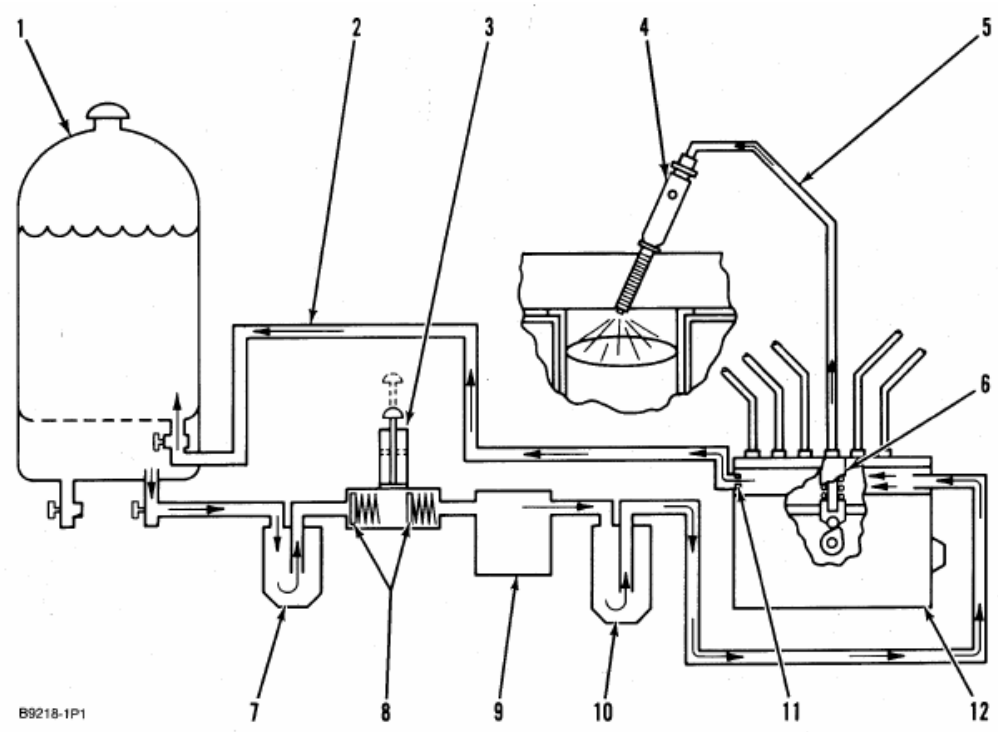


Şekil 2.38. a) Derin Çizikler ve yağlama delikleri hasarı, b) Eksik Yağlama sonucu yatak hasarı, c) Şaft üzerinde ısıdan kaynaklanan renk değişimi, d) Gezinti önleme halkasında renk değişimi (Komatsu 2007)

2.1.4. Motor Yakıt Sistemi

Elektronik kontrol olmayan motorlarda bu sistem motorun bulunduğu devire ve girmiş olduğu yüke göre uygun miktardaki yakıtın uygun zamanda motor silindirlerinin yanma odasına püskürtülmesini sağlamaktadır. Klasik yakıt sisteminde yakıt tankındaki yakıt bir yakıt transfer pompası tarafından bir ön filtre üzerinden emilerek ana yakıt filtresi yolu ile yakıt pompalama elemanlarının besleme manifolduna gönderilir. Pompalama elemanı motor krank şaftı ile uygun zamanlama ile çalışan eksantrik şaftı tarafından tahrik edilir. Tahrik olan pompalama elemanı yakıtı kılcal boru yoluyla enjektöre gönderir. Enjektör içindeki basınç belirli bir basınca ulaştığında enjektör valfi açar ve yüksek basınç altındaki yakıt enjektör ucundaki kılcal delikler yoluyla motorun yanma odasına püskürtülür (Özyol 2002).

Bazı motorlarda pompalama elemanı ile enjektör arasında kılcal boru bulunmaktadır. Zira bu tip sistemlerde pompalama elemanı ile enjektör tek bir gövde içinde toplanmış olup bu gövdeye birim enjektör denir. Klasik motorların pompalama elemanının üzerinde helezonik kanal bulunmaktadır ve pompalama elemanı sistemdeki yakıt regülatörünün kontrolü ile eksenel dönüş yaparak enjektöre giden yakıt miktarını ayarlar. Pompalama elemanının yakıt gönderme (basma) zamanı ise eksantrik şaftından gelen harekete bağlıdır (Komatsu 2007).



Şekil 2.39. Motor Yakıt Sistemi 1) Yakıt tankı 2) Yakıt Dönüş Hattı 3) El Besleme Pompası 4) Yakıt enjektörü 5) Yüksek basınçlı hat 6) Yakıt pompalama elemanı 7) Ön yakıt filtresi 8) Tek yön akış valfleri 9) Yakıt transfer pompası 10) Ana yakıt filtresi 11) Sabit tahliye orifis valfi 12) Ana yakıt pompa gövdesi (Özyol 2002)

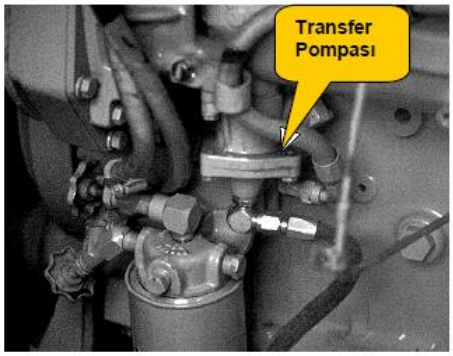
Klasik kontrollü yakıt sisteminde yakıt miktarı, pompalama elemanlarına bir mil ile kumanda edilen yakıt regülatörü tarafından ayarlanır. Bu sistemlerde kullanılan yakıt regülatörleri hidromekanik kontrollüdür. Bu regülatör, içindeki yay ve merkezkaç kuvveti ile çalışan ağırlıklar yardımı ile operatörden gelen yakıt talebini ve motorun girdiği yükten etkilenen motor devrini değerlendirerek motor içine gönderilmesi gereken yakıt miktarını ayarlar. Günümüzde kullanılan elektronik kontrollü motorlarda yakıt miktarı ve püskürtme zamanı motorun elektronik kontrol ünitesi tarafından kontrol edilir (Cummins Engine Company INC 1991).

2.1.5. Yakıt Sistemi Elemanları

Yakıt Tankı: Yakıtı muhafaza etmek için bir depo olarak görev yapar. Marş anahtarını çevirdiğinizde yakıt transfer pompası üzerindeki solenoide akım gelerek yakıt akışı başlatılır. Yakıt tankı kapağı üzerindeki kılcal delik yakıt tankının atmosfer basıncına ayarlanmasını sağlar. Her gün başlangıcında yakıt tankında biriken suyun boşaltılması gerekmektedir (Cummins Engine Company INC 1991).

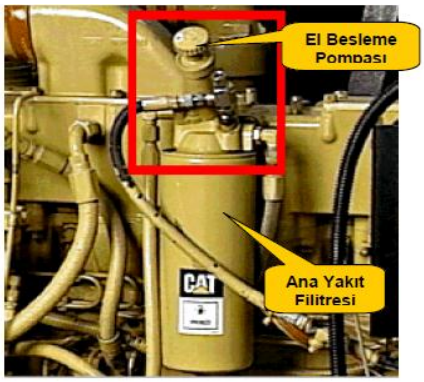
Ön Yakıt Filtresi: Yakıt, transfer pompasına girmeden önce yakıt içindeki iri zerreciklerin filtrelenmesini sağlar. Bu zerreciklerin tanka girişi dolum sırasında veya tank kapağındaki delik yolu ile olabilmektedir. Günümüzdeki motorlarda ön yakıt filtresi filtreleme işlemi ile birlikte aynı zamanda yakıttan su ayrıştırma görevini de yerine getirmektedir (Caterpillar Inc 2001).

Yakıt Transfer Pompası: Tanktan ön yakıt filtresi yolu ile emdiği yakıtı yakıt pompasının veya birim enjektörlerin yakıt galerisine gönderir. Transfer pompasının yakıt galerisine gönderdiği yakıt, mevcut ihtiyacın üzerindedir. Fazla gönderilen yakıt, yakıt pompası veya birim enjektördeki hızlı hareket eden pompalama (plancer) elemanının soğutulmasını sağlar (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.40. Yakıt Transfer Pompası (Caterpillar Inc 2001)

Ana Yakıt Filtresi: Yakıt içerisinde bulunan gözle görülmeyen parçacıkların süzülmesini sağlar. Yüksek basınçta çalışan yakıt pompalarında yakıtın dar aralıklarda yağlama görevi yapmasından dolayı yakıtın temiz olması büyük önem taşır. Parçalar arasındaki boşluklar mikron mertebesinde olduğundan, buralara girebilecek olan zerreciklerin yakıt pompasına zarar vermemesi için ana yakıt filtresi çok hassas süzme işlemi gerçekleştirir. Günümüzde kullanılan iş makinesi motorlarında 2 mikronluk süzme yapabilen yakıt filtreleri kullanılmaktadır. Yağ filtrelerinde mevcut olan by-pass valfi, yakıt filtrelerinde mevcut değildir. Eğer filtre tıkanırsa, yakıt akışı durur ve böylece sisteme kirli yakıtın gönderilmesi engellenmiş olur (Komatsu 2007).



Şekil 2.41. El Besleme Pompası ve Ana Yakıt Filtresi (Caterpillar Inc 2001)

El Besleme Pompası: Eğer yakıt sistemi değiştirildiyse veya revizyondan geçtiyse; sistemi başlangıçta beslemek ve yakıt sistemi içindeki hava kabarcıklarının sistemden çıkarılması için kullanılır. Yakıt filtresi içine yakıt konulmadan önce, kuru olarak takılmalıdır (Özyol 2002).

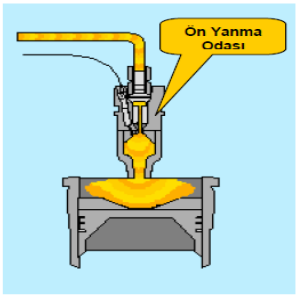
Yakıt Pompası: Yakıt pompası içinde bulunan pompalama elemanları ile transfer hattından gelen yakıt silindirlerinin üzerinde bulunan enjektörlere kılcal borular aracılığıyla yakıt gönderir. Pompalama elemanları yakıt pompasının kam şaftı tarafından tahrik edilir. Yakıt pompasının kam şaftı motorun krank şaftı ile uyumlu bir zamanlamayla çalışır (Özyol 2002).

Otomatik Zamanlama Ünitesi: Bazı motorlarda bulunan bu ünite (Örneğin Cat 3408C Motoru) yakıt pompası tahrik dişlisi üzerine yerleştirilmiştir. Bu ünite motorun devrine göre pompa kam şaftının zamanını değiştirerek yakıt püskürtme işleminin erken veya geç olarak gerçekleştirilmesini sağlar (Özyol 2002).

Kılcal Yakıt Boruları: Yakıt pompası gövdesinden enjektöre giden hattır. Bu hat yüksek basınca mazur kalır. Birim enjektör kullanılan motorlarda ise pompalama elemanı ve enjektör aynı gövde içinde bulunduğundan bu tip yakıt sistemlerinde kılcal yakıt hatları bulunmamaktadır (Özyol 2002).

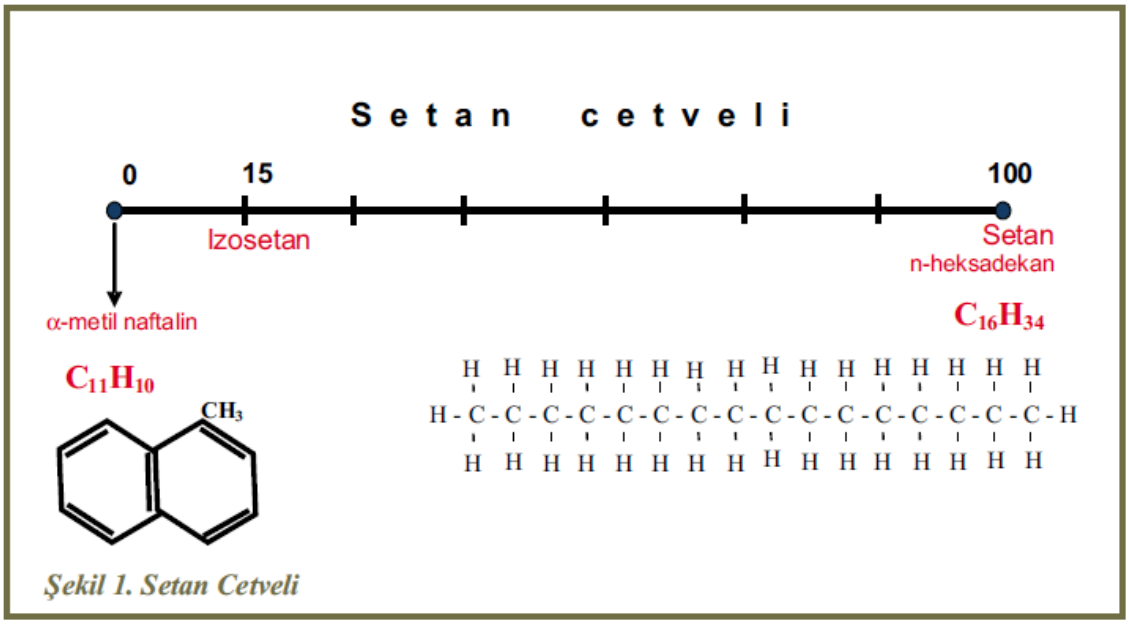
Şekil 2.42. Kılcal Yakıt Boru Hatları (Caterpillar Inc 2001)

Ön Yanma Odası: Caterpillar'ın D343, D353, D398 gibi eski tasarım motorlarında kullanılmıştır. Ön yanma odası dizel motorunda yanma gecikmesini önlemek için tasarlanmıştır. Fakat daha sonraları yapılan tespitlerde ön yanma odasının, motorun termik verimini düşürdüğü görülmüştür. Dolayısı ile günümüzdeki motorlarda ön yanma odası bulunmamaktadır. Günümüzdeki motorlarda yanma gecikmesinin önlenmesi için motorun sıkıştırma oranları arttırılmış olup setan sayısı yüksek dizel yakıtı kullanılmaktadır(Caterpillar Inc 2001).



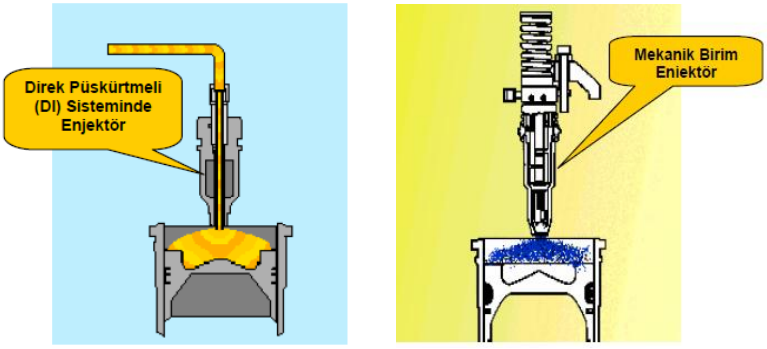
Şekil 2.43. Ön Yanma Odası (Caterpillar Inc 2001)

Setan Sayısı: Dünyanın çeşitli bölgeleri için hazırlanmış, çeşitli dizel yakıt standartlarında, bir dizel yakıtın setan sayısının kaç olması gerektiği belirtilmiştir. EN590 isimli stadartta "Setan sayısı" nın 51'den yukarıda, "Setan indisi"nin ise 46'dan yukarıda olması gerektiği görülmektedir. Setan indisi yakıtın tutuşma kalitesinin bir başka ifadesidir. Setan sayısı belirleme metodunun pahalı ve meşakkatli bir yöntem olması sebebiyle gündeme gelmiştir. Setan indisi yakıtın tutuşma kalitesinin, sahip olduğu fiziksel özellikler cinsinden ifadesi ile elde edilmişti.



Şekil 2.44. Setan Cetveli (Caterpillar Inc 2001)

Direk Püskürtmeli Sistem (DI): Direkt püskürtmeli (DI) motorlarda yakıt ön yanmalı motorlarda olduğu gibi yakıt deposundan çıkıp filtreler, pompa ve kılcal borulardan geçerek yakıt pompalama elemanları gövdesine gelir. Fakat direkt püskürtmeli motorlar, yakıtı önceden ateşlemek yerine, doğrudan silindir içinde püskürtür. DI motorları üzerindeki pistonları fark etmek kolaydır, çünkü piston başının konik krater şeklinde bir tasarımı vardır ve çelik tapa yoktur (Komatsu 2007).



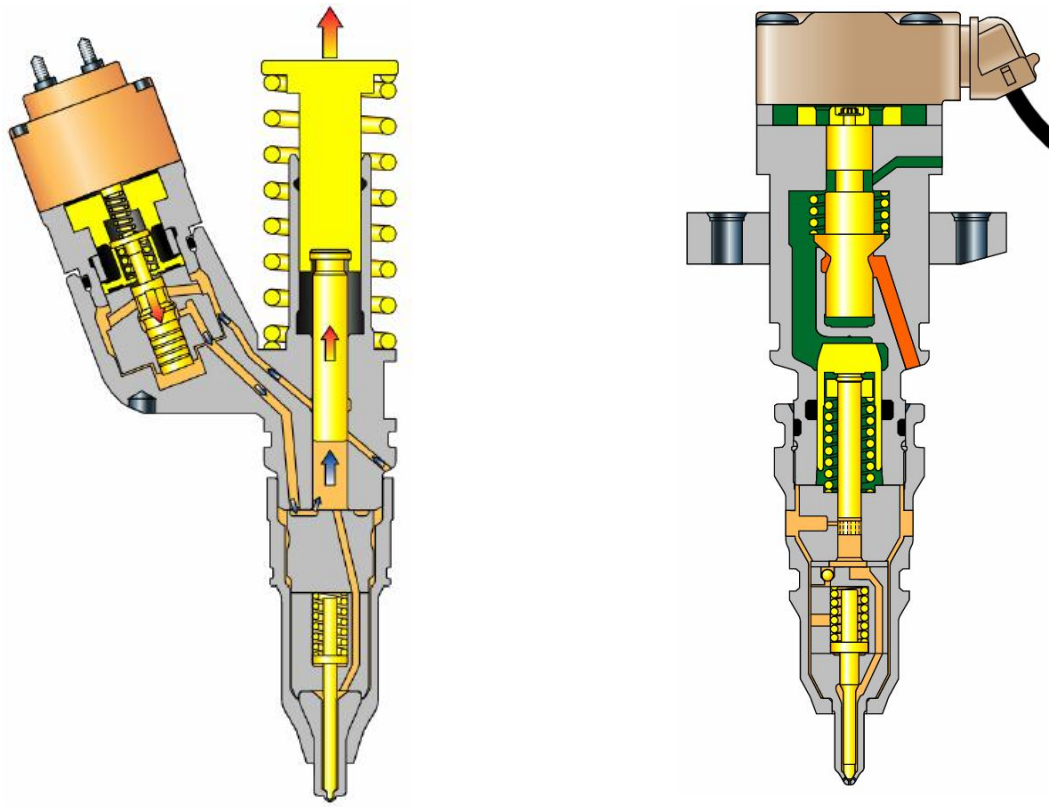
Şekil 2.45. a) Direk Püskürtmeli sistemde enjektör b) Mekanik birim enjektör (Caterpillar Inc 2001)

Birim Enjektörler: Yeni Model iş makinelerinin çoğunda birim yakıt enjektörleri kullanılmaktadır. Yakıt püskürtme basıncının yükseltilmesi motor performansını arttırır. Kılcal borular daha yüksek püskürtme basınçlarına dayanamaz. Bu sebeple daha günümüzün motorlarında birim enjektör sistemi tercih edilmektedir. Birim enjektörde pompalama elemanı ile enjektör aynı gövde içinde bulunmaktadır. Yakıt sistemi mekanik kontrollü olan motorlarda mekanik kontrollü birim enjektör, yakıt sistemi elektronik kontrollü olan motorlarda ise elektronik kontrollü birim enjektör kullanılır (Caterpillar Inc 2001).

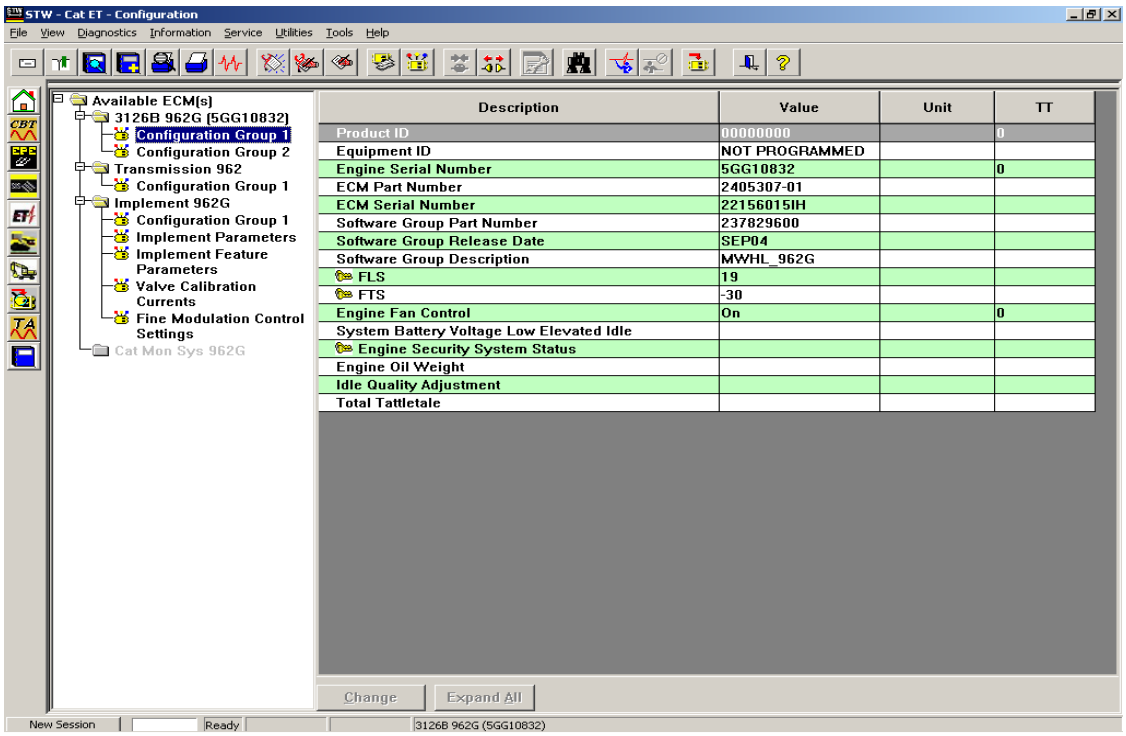
Elektronik Kontrollü Motorlar (ECM): Günümüzde iş makinelerinin motor üretim hattında elektronik kontrollü motorlar tamamen yerini alınmıştır. Elektronik motor kullanımındaki gerekesinim yakıt tüketimde ekonomi ve egzoz emisyon kontrolünü sağlamak ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Bugün motorlarda emisyon kontrolü açısından özellikle Amerika olmak üzere birçok gelişmiş dünya ülkesi tarafından kabul edilen "TIERR II" standartıdır. Bu motorlarda bulunan elektronik kontrol modülü (ECM) yakıt regülasyonu görevini yapmaktadır. ECM yakıt regülasyonu için gerekli olan çeşitli şartların durumu hakkında bilgi veren sensörlerden aldığı bilgileri değerlendirerek yakıtın püskürtme zamanını ve miktarını ayarlamaktadır (Komatsu 2007).

Elektronik motorlar yakıt enjektörlerinin çalışma şekline göre EUI ve HEUI motorları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. EUI motorlarında yakıt enjektörü mekanik olarak tahrik olmaktadır. Bu motorların enjektöründeki selenoid valfi enjektörün içine giden yakıt miktarını kontrol eder. HEUI motorlarında yakıt enjektörü yağ basıncı ile hidrolik olarak tahrik olmaktadır. Gerekli olan bu hidrolik basınç motor yağ basıncının motor üzerindeki enjektör tahrik pompası tarafından daha yüksek seviyelere çıkartılması ile sağlanır. Enjektör tahrik pompasının basacağı yağ miktarı pompa üzerindeki bir selenoid valf vasıtası ile ECM tarafından kontrol edilir. Enjektördeki selenoid valfi yağ basıncının enjektörün pompalama elemanı tepesine bastırma zamanını ve süresini kontrol eder (Komatsu 2007).

ECM nin yakıt püskürtme zamanını ve motorun girdiği yüke göre püskürtülecek yakıt miktarını ayarlaması için devir/zaman sensörleri bulunmaktadır. Bu sensörler motorun tasarımına göre üzerine yerleştirilmiş olan devir/zaman dişlililerinden motorun bulunduğu devri ve ateşleme sırasını ECM ye bildirirler. Elektronik motorlar kontrol modülünde kullanılan yazılım sayesinde çeşitli olumsuz şartlar karşısında motoru koruma özelliğine sahiptir. Bu şartlar motorun ambaleye kalkması, motor yağ basıncının aşırı düşmesi gibi durumlarda motorun otomatik olarak stop edilmesi, motor su sıcaklığının çok düşük veya çok yüksek olması gibi durumlarda motor gücünün otomatik olarak düşürülmesi gibi örneklerle sıralanabilir (Komatsu 2007).



Şekil 2.46. a) EUI enjektörü, b) HEUI enjektörü (Özyol 2002)



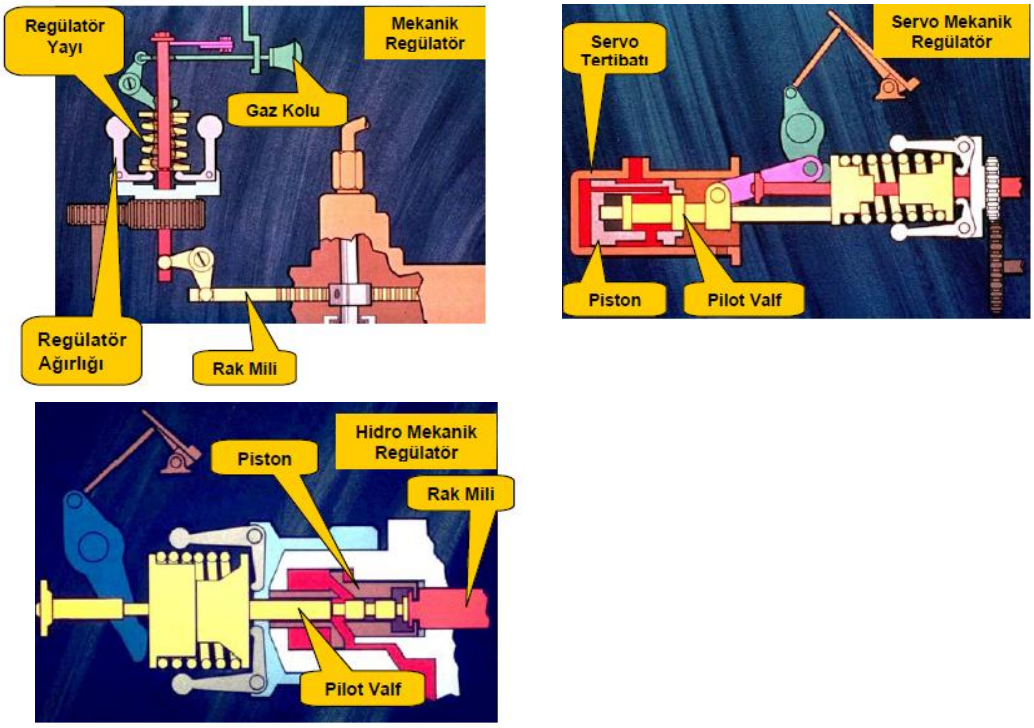
Şekil 2.47. CAT ECM Sistemi (Özyol 2002)

Yakıt Regülatörleri: Motorun yüksek ve alçak rölanti devirlerini sınırlayan, motorun girdiği yüke göre en uygun yakıt miktarının ayarlanmasını sağlayan ve motorun güvenli çalışma limit değerleri dışına çıkmasını engelleyen çok önemli elemanlardır. Regülatörlerde önemli olarak yay ve ağırlıklar olmak üzere iki temel eleman bulunmaktadır. Operatör gaz kolu ile regülatör yayına etki etmektedir. Gaz kolu yakıt artırma yönüne doğru çevrildiğinde, regülatör yayı sertleşir. Gaz kolu yakıt azaltma yönüne doğru çevrildiğinde, regülatör yayı gevşer. Regülatör yayının yakıt kontrol tertibatına olan etkisi yakıt artırmaya yöneliktir. Regülatörün diğer elemanı olan ağırlıklar motordan dolaylı olarak tahrik alan bir döner tablanın üzerine monte edilmiştir. Yakıt regülatörlerinin üç tipi mevcuttur:

Mekanik Regülatörler: Mekanik regülatörlerde regülatör yayı ve ağırlığı direk olarak rak miline etki etmektedir.

Servo Tipi Regülatörler: Servolu regülatörlerde bulunan piston bir pilot valf tarafından kendisine yönlendirilen hidrolik kuvvet ile regülatör yayına kuvvet uygulayarak yaya, ağırlıklar karşısında yardımcı olmaktadır. Bu regülatörde rak mili ağırlık ve yay tarafından direk olarak kontrol edilmektedir.

Hidromekanik Regülatörler: Hidromekanik regülatörde bulunan piston bir pilot valf tarafından kendisine yönlendirilen hidrolik kuvvet ile rak milini kumanda eder. Bu regülatörde, regülatör yayı ve ağırlığı sadece pilot valfini kumanda eder. Günümüzde kullanılan motorlarda hidromekanik yakıt regülatörleri kullanılmaktadır (Compton, W.D. 1999).

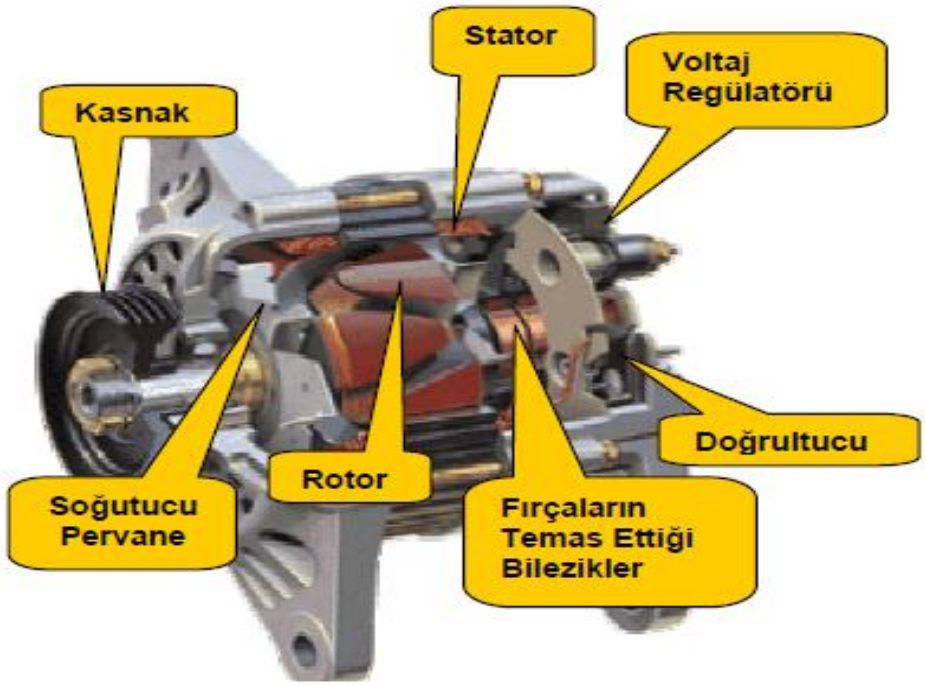


Şekil 2.48. Regülatör Sistemi (Compton, W.D. 1999)

Şarj Dinamosu: Şarj dinamosu elektromekanik bir eleman olup mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Şarj dinamosu motorun çalışması sırasında aküleri şarj eder ve elektrik sistemine güç verir. Bu elektirik sistem elemanı (alternatör) ön ve arka olmak üzere iki gövdeden meydana gelir. Alternatördeki stator, alan sargısı (field winding) (fırçasız olanlarda), akım doğrultucu (rectifier), üçlü diyot grubu, regülatör ve kapasitör hareketsiz elemanlar olup alternatör şasesine sabitlenmişlerdir. Rotor ekseni etrafında dönebilen bir eleman olup alternatör şasesine rulman vasıtası ile monte edilir (Komatsu 2007).

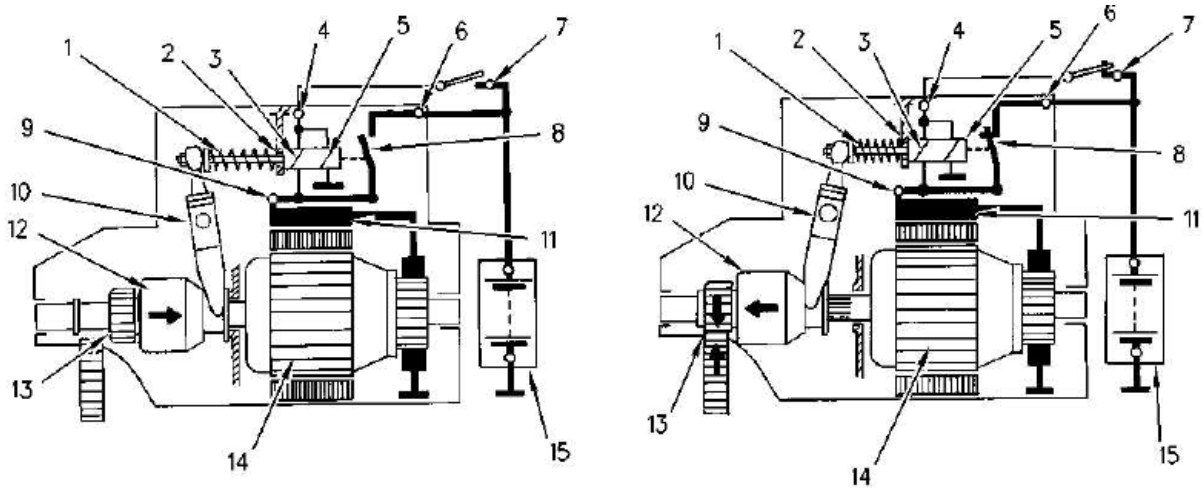
Alan sargısı manyetik alan oluşturmak için üçlü diyot grubundan gelen DC voltajı kullanır. Oluşan manyetik alan rotoru manyetik duruma sokar. Rotor oluşan manyetik alanda statorun içinde döndükçe AC voltajı oluşur. Akım doğrultucu (rectifier) AC voltajı DC voltaja çevirir. DC voltajın bir kısmı manyetik alanı devam ettirmek için alan sargısına döner. DC voltajın geri kalan büyük miktarı akülere ve ihtiyacı karşılamak için elektrik devresine gönderilir. Alternatörden aküye giden besleme regülatör tarafından kontrol edilir. Regülatör bu işlemi alan sargısı içindeki akımı kontrol ederek gerçekleştirir. Fırçalı alternatörlerde alan sargısı rotor (rotor tırnakları) ile dönmektedir. Dolayısı ile alan sargısını mıknatıslaştırmak için üçlü diyot grubundan gelen DC akımı fırça tertibatı ile alan sargısına ulaştırılır. Fırçasız alternatörlerde ise alan sargısı sabittir ve rotor tırnakları alan sargısı ile stator arasında döner. Bu tip alternatörlerde alan sargısının sabit olmasından dolayı fırça tertibatına gerek kalmamıştır (Özyol 2002)

Alternatörün arka kapağı sökülerek arıza analizi ve tamir amaçlı birçok dahili elemana ulaşılabilir. Alternatör rotoru kayış tertibatı ile motordan tahrik almaktadır. Alternatör üzerindeki pervane, arka şasenin yan tarafındaki delikler yoluyla çektiği havayı alternatör içinden geçirir ve ön şaseden dışarı atar, böylece çalışırken alternatör soğutulmuş olur (Komatsu 2007).



Şekil 2.49. Tipik Alternatör Fırçalı (Komatsu 2007)

Marş Motoru: Marş anahtarı marş konumuna çevrildiğinde aküden gelen akım ile marş (S) terminalini (4), çekme sargısı (3) ve çekili olarak tutma sargısı (5) enerjilenir. Selenoid planceri sürgü levyesini (10) yay kuvveti karşısında çeker. Sürgü levyesi pinyon dişlisini (13) volan dişlisine doğru iter. Bu durumda henüz pinyon dişlisi tam olarak volan dişlisine geçmeden selenoid switchi (8) kapatmamış olup rotor henüz dönmemektedir. Pinyon dişlisi volan dişlerine tam olarak geçtiğinde selenoid switchi (8) kapatır ve aküden gelen akım manyetik alan oluşturma sargısına (11) girer. Selenoid switchinin kapatması ile marş devresi tamamlanır ve çekme sargısının enerjisi kesilir. Manyetik alan sargısında (11) oluşan manyetik alan kuvvetinden dolayı rotor dönmeye başlar. Rotorun dönmesi ile pinyon dişlisi volanı döndürmeye başlar. Motor (dizel / benzinli) çalışmaya başladığında volanın hızlanması ile pinyon dişlisinin devri artar. Pinyon dişlisinin devri rotor devrinden fazla olmaya çalıştığında pinyon dişlisi tahriğindeki (12) kavrama çözülerek pinyon dişlisini rotordan ayırır. Bu şekilde marş motorunun aşırı devir yapıp hasar görmesi önlenmiş olur (Özyol 2002).

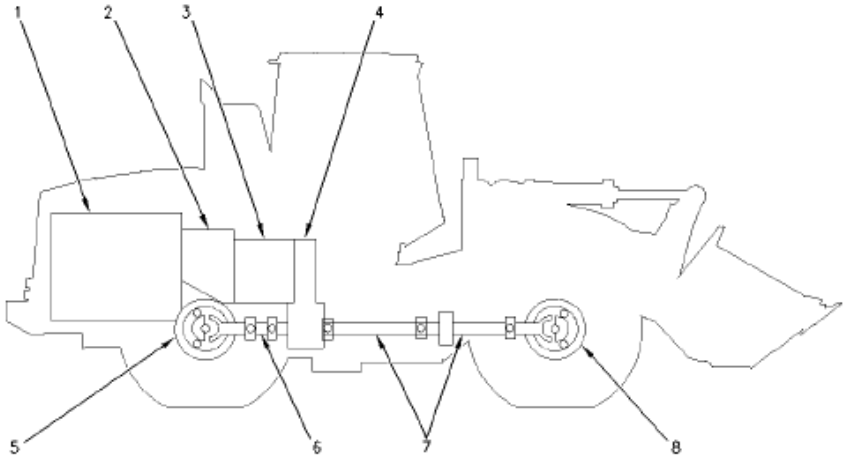


Şekil 2.50. Marş Motoru Pasif Durumda ve Marş Motoru Aktif Durumda 1) Geri çektirme yayı 2) Selenoid 3) Çekme Sargısı 4) Marş Terminali 5) Tutma Sargısı 6) Akü Terminali 7) Marş Anahtarı 8) Selenoid Switchi 9) Motor Terminali 10) Sürgü Levyesi 11) Manyetik Alan Sargısı 12) Pinyon Dişlisi Tahriği 13) Pinyon Dişli 14) Rotor Sargısı 15) Akü (Özyol 2002)

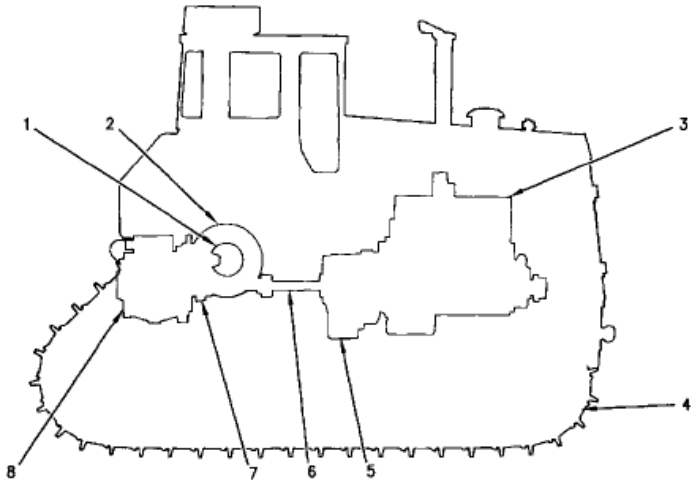
2.1.6. Güç Aktarma Organları:

Güç aktarma organlarının amacı motordan çıkan gücü uygun şekilde yürüyüş aksamlarına iletmektir. İş makinalarında makina modeline göre yürüyüş aksamlarına güç transferi yapan güç aktarma organları farklılık gösterir. Büyük yüklere karşı çalışan makinalarda dozer, lastikli yükleyici, kaya kamyonu vb. gibi makinalarda motordan güç alan ilk güç aktarma organı tork değiştiricidir. Tork değiştirici makinanın yürüyüş sırasında karşılaştığı yükün şiddetine göre şanzımana ileten torku ayarlar. Tork değiştiriciden sonra şanzımana aktarılır. Şanzıman makina yürüyüşünde hız ve yön seçimi yapan bir ünite olup; aynı zamanda seçilen hıza göre tork artımı yapmaktadır (Özyol 2002).

Şanzumandan çıkan güç yine makina modeline göre transfer dişli grubuna ulaşır. Transfer dişli grubu şanzımandan çıkan gücü lastikli makinalarda diferansiyele, dozer gibi paletli makinalarda ise ayna dişlisi yolu ile dönüş kavramalarına gönderir. Güç aktarma organlarında ulaşılan son ünite nihai tahrik grubudur. Nihai tahrik hareketi tekerleklere veya sprokete ulaştırmadan önce oluşturduğu redüksiyon ile son bir tork artışı yapar. Lastikli makinalarda kullanılan diferansiyel dönüş sırasında tekerleklere giden torku şartlara göre uygun şekilde ayarlayan mekanizmadır Lastikli ekskavatörlerde motor çıkış gücü hidrolik sistem yolu ile bir hidromotor tarafından şanzımana iletilir (Özyol 2002).



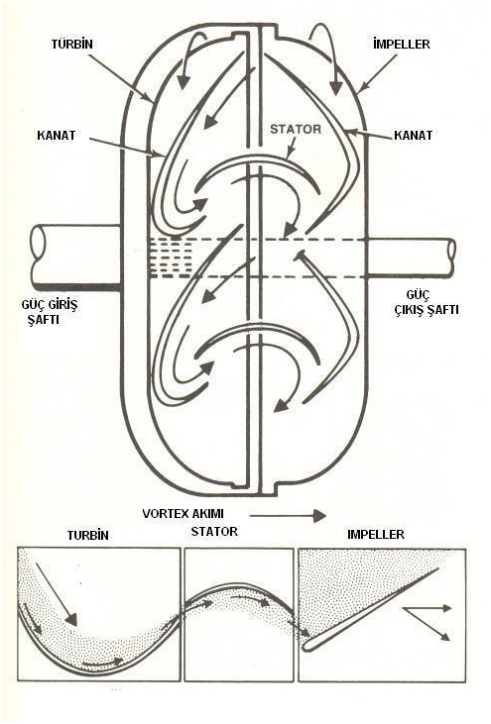
Şekil 2.51. Lastikli Yükleyicide Güç Aktarma Organları 1) Dizel Motoru 2) Tork Değiştirici 3) Şanzıman 4) Transfer Dişli Grubu 5) Arka Nihai Tahrikler 6) Arka Tahrik Şaftı 7) Ön Tahrik Şaftı 8) Ön Nihai Tahrikler (Özyol 2002)



Şekil 2.52. Paletli Yükleyicide Güç Aktarma Organları 1) Dönüş Kavramaları ve Frenler 2) Nihai Tahrikler 3) Dizel Motoru 4) Paletler 5) Tork Bölücü 6) Ana Tahrik Şaftı 7) Transfer ve Ayna Dişlileri 8) Şanzıman (Özyol 2002)

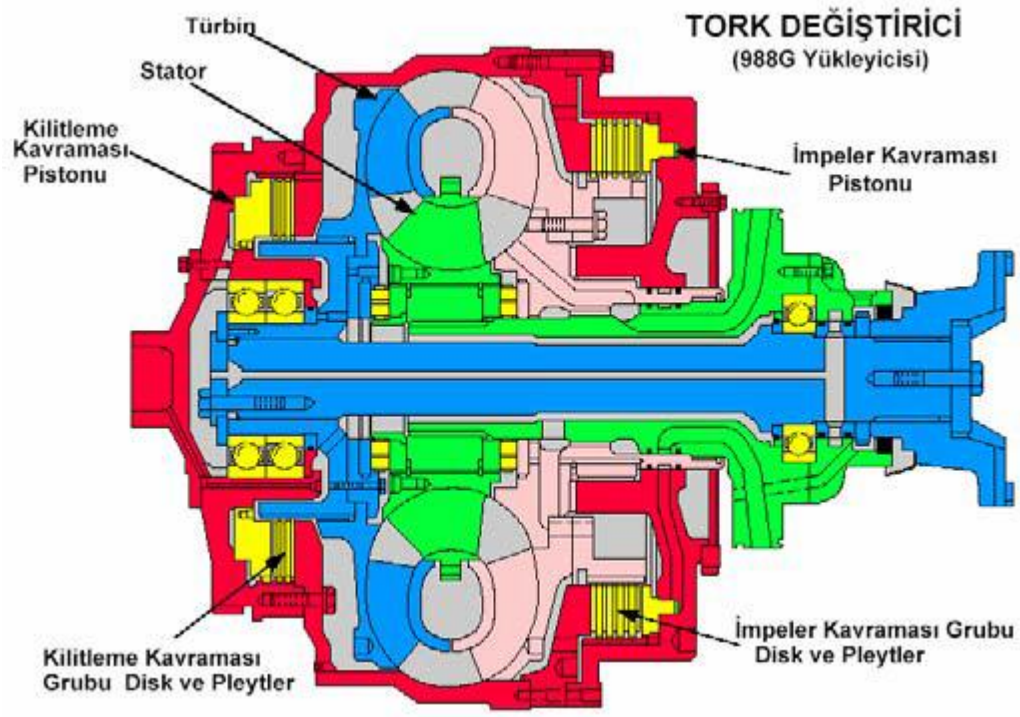
Tork Değiştirici Ünitesi: Tork değiştirici bir hidromekanik ünite olup motordan aldığı torku şartlara göre daha da arttırarak şanzımana iletir. Tork değiştirici bu tork artışını makinanın ilerleme yönünde, makinanın karşısına çıkan yük artışına orantılı olarak gerçekleştirir. Makinanın karşısındaki yük azaldığında tork artımı düşer, yük arttıkça ise tork artımı yükselir (Komatsu 2007).

Temel olarak tork değiştiricinin içinde impeler, türbin ve stator olarak üç ana eleman bulunmaktadır. İmpeler ve türbin hareketli, stator ise haretsiz parçadır. Üniteye güç girişi impeler üzeriden, güç çıkışı ise türbin üzerinden gerçekleşir. İmpeler, motorun volanı tarafından tahrik edilir ve üzerinde bulunan kanatçıklar vasıtası ile tork değiştirici içinde bulunan yağı hareketlendirerek türbin kanatçıklarına çarpmasını sağlar. Yağın çarpması ile dönmeye başlayan türbinin kanatları aynı zamanda kendisine çarpan yağa reaksiyon gösterir. Reaksiyon gören yağ çarptığı türbin kanadından savrularak uzaklaşır. Stator kanatçıkları reaksiyon görmüş yağı tekrar impeler kanatlarına yönlendirir. İmpeler ise yeni hareketlendirdiği yağa ilave olarak içinde reaksiyon olan yağı tekrar türbine gönderir. Çevrim bu şekilde devam eder. Tork değiştiricideki tork arttırma miktarı türbine çarpan yağın gördüğü reaksiyon şiddeti ile doğru orantılıdır. İş makinalarında genelde dağıtılıp parçalarına ayrılabilen tork değiştiriciler kullanılmaktadır. Fakat beko yükleyicilerde olduğu gibi küçük ebatlı makinalarda parçalarına ayrılamayan kapalı tip tork değiştiriciler tercih edilmektedir (Komatsu 2007).



Şekil 2.53. Tork Değiştici Ünitesi (Komatsu 2007)

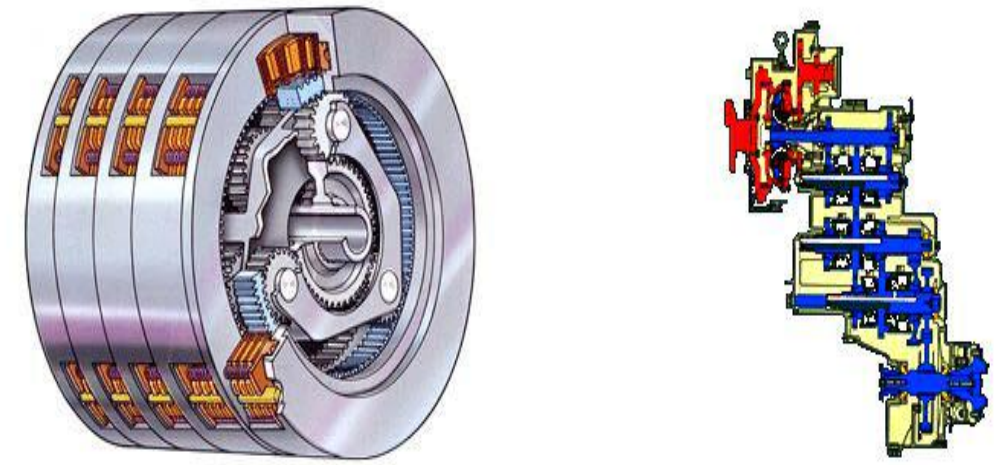
Tork Bölücü: Bu ünite daha fazla tork artımı isteyen iş makinalarında kullanılır. Tork bölücüde, tork değiştiriciyle birlikte bir planet dişli grubu bulunur. Planet dişli grubu bir çevre dişlisi, yörünge dişlileri ve bu dişlilerin taşıyıcısı ve bir güneş dişlisi grubundan oluşur. Bu ünitede planet dişli grubunun varlığı tork değiştirici içinde daha fazla reaksion oluşabilmesini sağlar. Tork artımı, türbin kanatlarının kendisine çarpıp iten yağa karşı reaksiyon şidddeti ile doğru orantılıdır. Motordan gelen güç, tork bölücünün güneş dişlisi ve impeleri yoluyla üniteye aktarılır. Tork bölücü planet dişli grubunun taşıyıcısı yoluyla şanzımanı tahrik eder. Büyük iş makinalarında değişken kapasiteli tork değiştiriciler kullanılır. Tork kapasitesinin değişimi tork değiştiricinin içindeki kavrama tertibatı vasıtası ile impeler devrinin değiştirilmesi ile gerçekleşir. Bu özellik büyük yükleyicilerde makina yükü iterken tekerleklerin patinaj yapmayacağı seviyede tork kapasitesinin ayarlanabilmesine olanak tanır. Hızlı gidebilen makinalarda, makina belirli bir hıza ulaştığında tork değiştiricide güç kaybı olmaması için impeler ve türbin kilitleme kavraması vasıtası ile kavrama gerçekleşir (Özyol 2002).



Şekil 2.54. CAT 988G Yükleyicinin Tork Değiştirme Ünitesi (Özyol 2002)

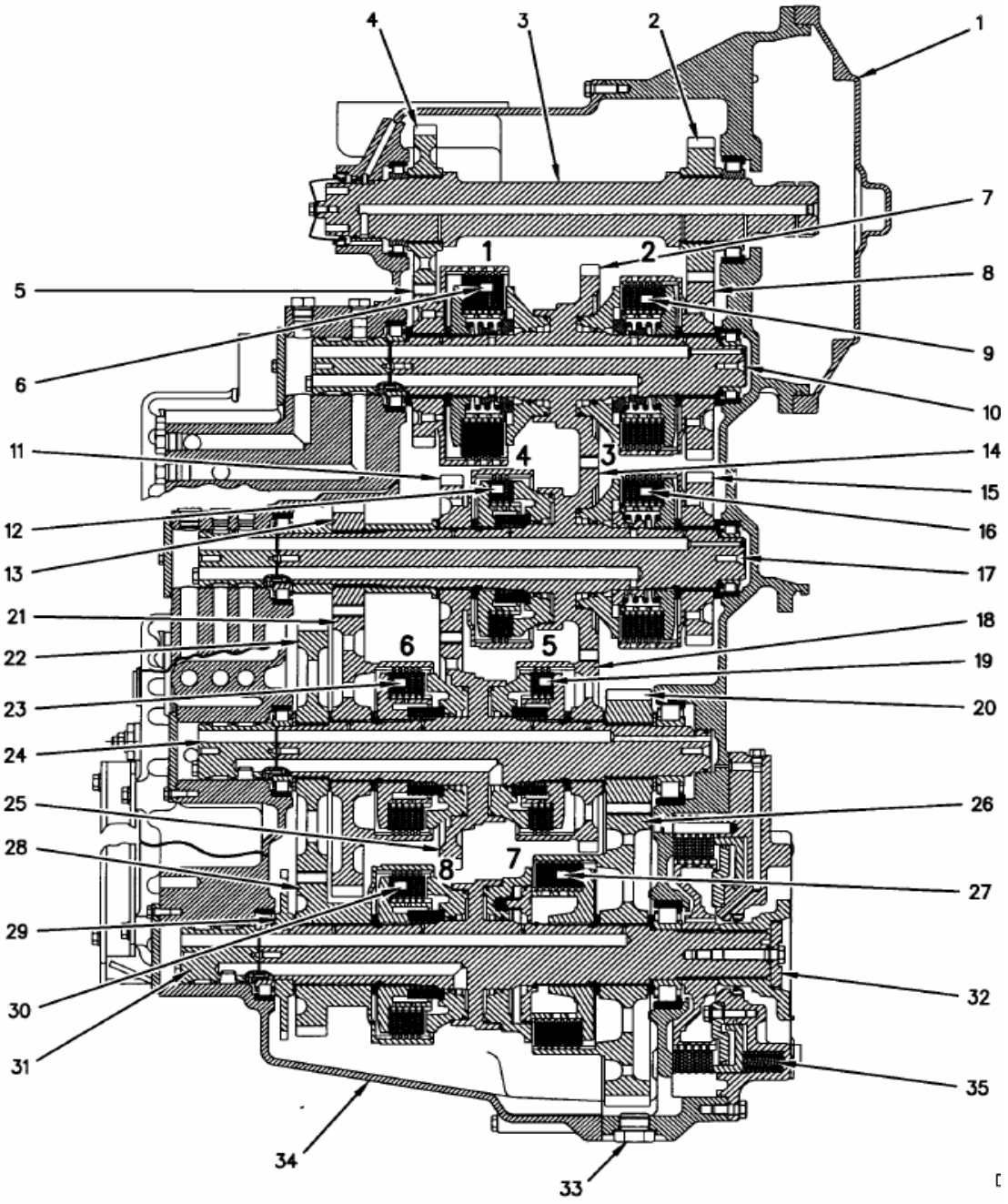
Şanzıman: Makinaların güç aktarma grubunda bulunan bu ünite tork değiştirici veya motordan aldığı hareketin torkunu (hızını) ve yönünü değiştirerek kendisinden sonra gelen transfer dişli grubuna iletir. Buradan da anlaşılacağı gibi şanzımanın içinde de seçilen hıza göre tork artışı gerçekleşmektedir. İş makinalarında planet dişli gruplu ve ara şaftlı (countershaft) yağ basıncı kavraşmalı (powershift transmission) şanzımanlar kullanılmaktadır. Ara şaftlı şanzımanlar ise küçük tonajlı makinalarda kullanılmaktadır. Bu tip şanzımanlarda bir dişliden diğer dişliye olan güç transferi hemen hemen tek bir diş

üzerinden gerçekleşir ve üzerinden güç transferi olan diş planet dişli şanzıman dişlilerine göre daha fazla yüke maruz kalır. Planet dişli şanzımanlarda ise güç transferi planet dişli grubu üzerinden yükün üç veya dört noktaya dağıtılıp geçmesi ile yapılır. Böylece bu şanzımanlarda tek dişin üzerine düşen yük ara şaftlı şanzımana göre daha düşük olur. Bu sebepten bu şanzımanlar nispeten daha büyük tonajlı makinalarda kullanılır (Özyol 2002).



Şekil 2.55. Planet Dişli Şanzıman ve Ara şaftlı (counterschaft) Şanzıman (Özyol 2002)

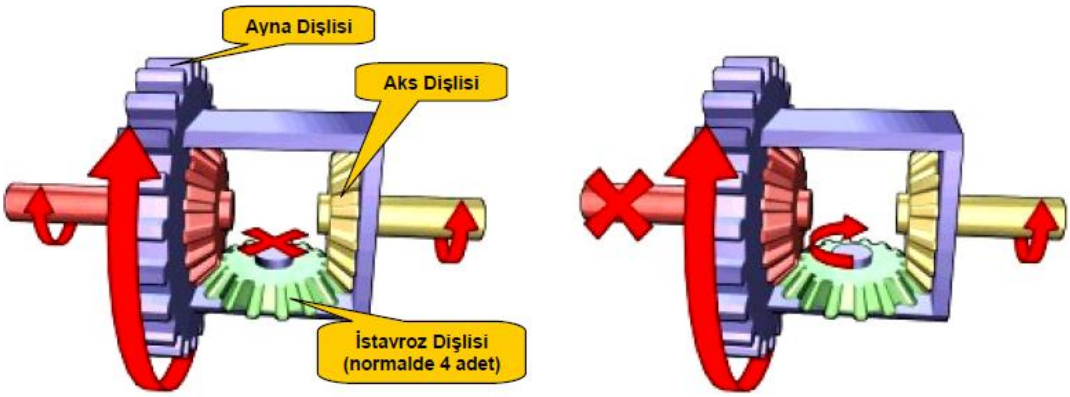
Planet dişli şanzıman bir planet dişli grubu üzerinden güç transferi yapabilmek için gruptaki bir dişli sabitlenir, bir dişliden gruba hareket iletilir ve diğer bir dişliden de hareket alınır. Powershift şanzımanlarda dişli sabitleme işlemleri kavrama grupları ile yapılır. Bir kavrama grubu sıra ile dizilmiş disk ve pleytlerden oluşur. Pleytler şanzıman gövdesine sabitlenmiş hareketsiz elemanlardır. Diskler ise üzerinde sürtünme malzemesi olan ve sabitlenecek olan dişlinin üzerindeki frezelere geçmiş elemanlardır. Dişlinin kavraması için kavrama grubunu bir araya sıkıştıran kavrama pistonunun arkasına basınçlı yağ dolar ve böylece kavrama gerçekleşir (Compton, W.D. 1999).



Şekil 2.56. Şanzıman Kesit Görünümü (120H-140H Greyder) 1) Kapak 2) Dişli 3) Şanzıman Tahrik Şaftı 4) Dişli 5) Dişli 6) 1 Nolu Kavrama 7) Dişli 8) Dişli 9) 2 Nolu Kavrama 10) İleri Yön Şaftı 11) Dişli 12) 4 Nolu Kavrama 13) Dişli 14) Dişli 15) Dişli 16) 3 Nolu Kavrama 17) İkinci Hız /Geri Yön Şaftı 18) Dişli 19) 5 Nolu Kavrama 20) Dişli 21) Dişli 22) Dişli 23) 6 Nolu Kavrama 24) Üçüncü Hız/Birinci Hız Şaftı 25) Dişli 26) Dişli 27) 7 Nolu Kavrama 28) Dişli 29) Göbek 30) 8 Nolu Kavrama 31) Yüksek Hız/ Düşük Hız Şaftı 32) Şanzıman Çıkış Flanşı 33) Yağ Boşaltma 34) Şanzıman Gövdesi 35) Park Freni (Özyol 2002)

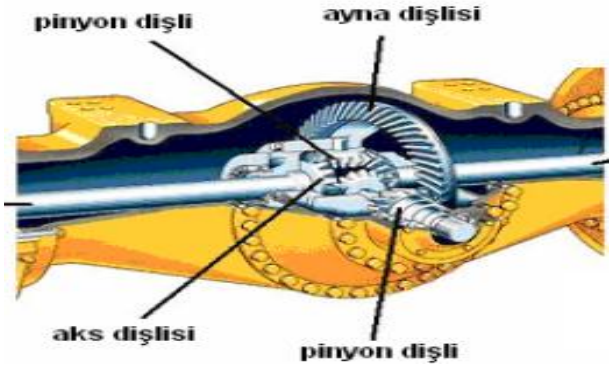
Diferansiyel: Diferansiyel, lastikli makinalarda şanzımandan hareket alan aks tekerleklerine giden torku şartlara göre ayarlayarak dönüş sırasında birbirinden farklı devir yapabilmesini sağlayan bir mekanizmadır. Dönüş sırasında iç tekerlek dış tekerleğe göre daha düşük devirde dönmelidir. İş makinalarında üç ayrı tip diferansiyel kullanılmaktadır (Caterpillar Inc 2001).

Klasik Diferansiyel: İş makinalarında genelde standart olarak bu tip diferansiyele rastlanır. Klasik diferansiyelde bulunan başlıca elemanlar mahruti dişlisi, ayna dişlisi, istavroz şaftları (iki adet), istavroz dişlileri (4 adet), aks dişlileri (2 adet) şeklinde sıralanabilir. Ayna dişlisi transfer dişli grubu ve mahruti dişlisi vasıtası ile şanzıman tarafından tahrik edilir (Caterpillar Inc 2001).



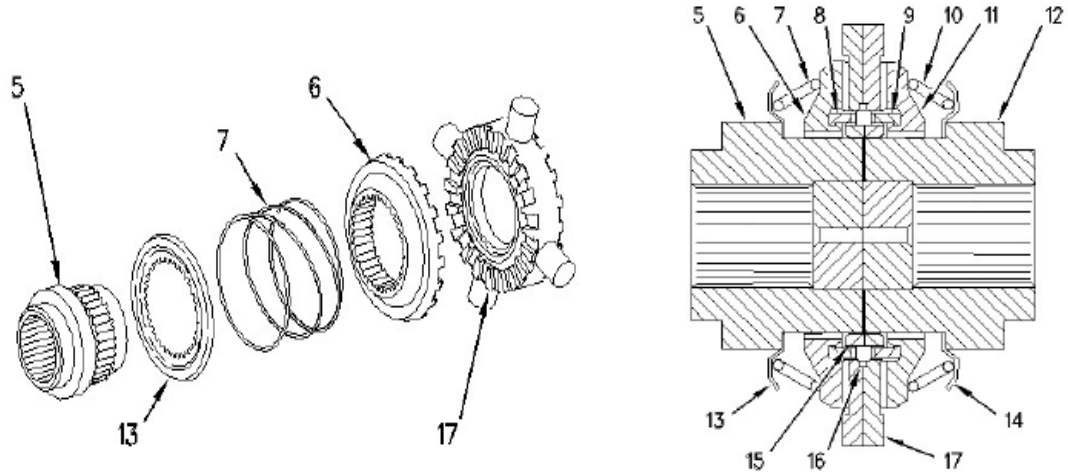
Şekil 2.57. Makine Düz ilerlerken Diferansiyel ve Makine Dönerken Diferansiyel (Komatsu 2007)

Bu diferansiyelin dezavantajı tekerleğin biri yumuşak ve kaygan zemine girdiğinde şanzımandan gelen tahrik gücü kaygan zeminde patinaj yapan kendisine direnç göstermeyen tarafa gitmesidir. Bu sebepten klasik diferansiyelli makinalarda makinanın kendisini kaygan ortamdan kurtarması kolay değildir. Beko yükleyicilerde olduğu gibi bazı makinalarda böyle bir patinaj ortamında makinayı kaygan zeminden kurtarmak için standart diferansiyel yerleştirilmiş olan diferansiyel kilidi kullanılır. Diferansiyel kilidi kullanıldığında sağ ve sol tekerlekler birbirinde farklı devir yapamazlar. Böylece patinaj ortamında gücün en az %50 sinin sağlam zeminde çalışan tekerleğe gitmesi sağlanır ve makine kendini kaygan zeminden kurtarır (Caterpillar Inc 2001).

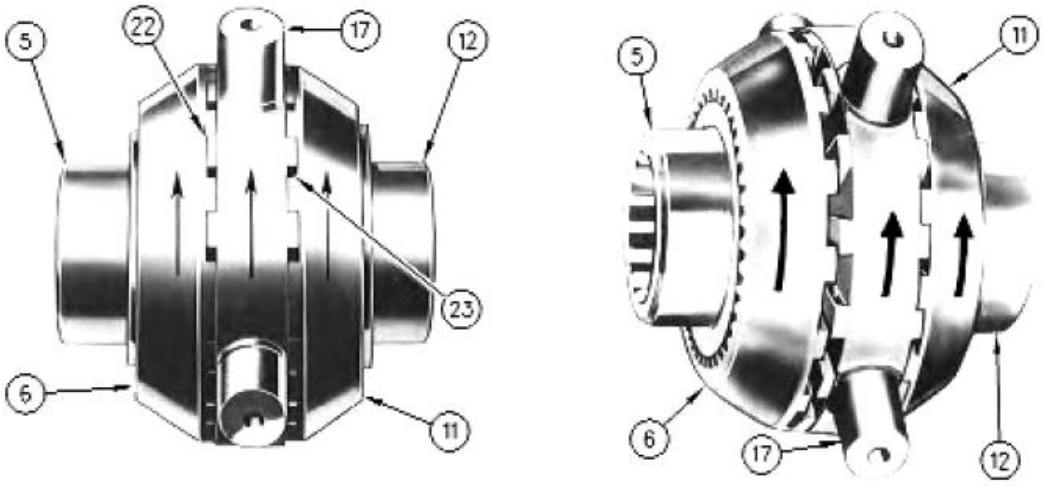


Şekil 2.58. Klasik diferansiyel (Komatsu 2007)

Patinajsız Diferansiyel (No Spin): Klasik diferansiyelin yerini almak için tasarlanmış olup sadece arka aksta kullanılmaktadır. Bu diferansiyelde aks dişlileri grubun içinde bulunan kavramalar yoluyla tahrik edilmektedir ve daha hızlı tekerleğe giden tork akışını kesme prensibine göre çalışmaktadır. Makinanın düz yürümesi sırasında diferansiyel tarafından her iki tekerleğe eşit miktarda tork iletir. Şayet makina dönmeye başlayıp dış tekerlek daha fazla devir yapmaya çalıştığında veya tekerleğin biri kaygan zemine girip patinaj yapmaya başladığında o tarafın kavraması hızlı hareket etmeye çalışan tekerleğe tork iletimini keser (Komatsu 2007).

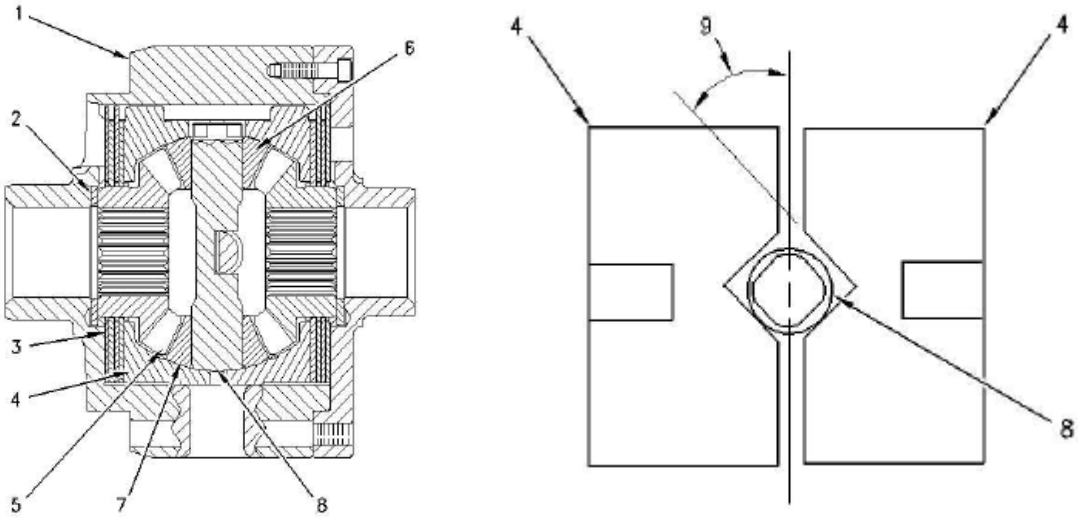


Şekil 2.59. Patinajsız Diferansiyel 5) Aks Dişlisi 6) Tahrik Edilen Kavrama 7) Yay 8) Tutucu Çember 9) Tutucu Çember 10) Yay 11) Tahrik Edilen Kavrama 12) Aks Dişlisi 13) Yay Dayanağı 14) Yay Dayanağı 15) Merkez Kamı 16) Segman 17) Pinyon Dişlisi Şaftı (Cummins Engine Company INC 1991)



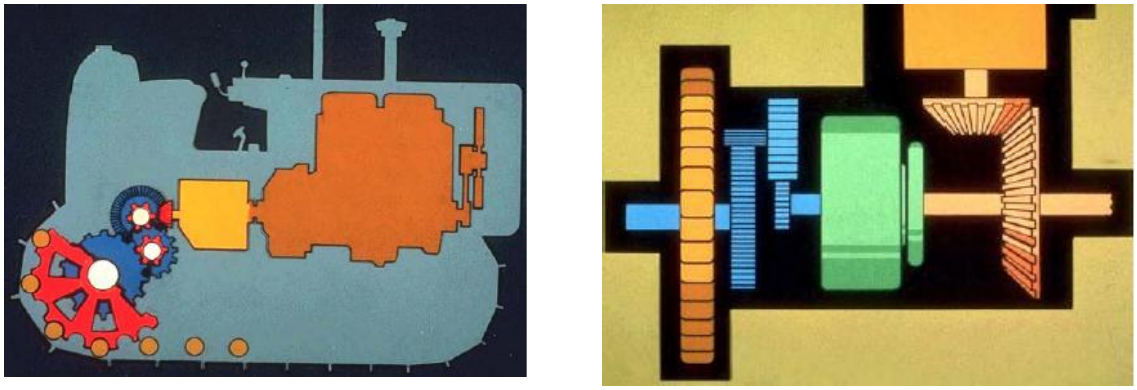
Şekil 2.60. Patinajsız Diferansiyel (Düz İlerleme) 5) Aks Dişlisi 6) Tahrik Edilen Kavrama 11) Tahrik Edilen Kavrama 12) Aks Dişlisi 17) Istavroz 22) Istavroz Dişi 23) Tahrik Edilen Kavrama Dişi (Cummins Engine Company INC 1991)

Sınırlı Patinajlı Diferansiyel (Limited Slip): Bu diferansiyel sisteminde sağ ve sol tekerlek tahrik şaftlarına güç transferi diskli pleytli kavramalar vasıtası ile gerçekleşir. Makina normal düz şekilde ilerlerken diferansiyel içindeki kavramalar kavraşmış olup sağ taraf ve sol taraf şaftlarına giden tork %50 oranında dağıtılmış durumdadır. Tekerleklerden biri kaygan zemine girip patinaja geçtiğinde patinaj yapan tarafın kavraması gevşer ve bu tarafa giden tork %28'e kadar düşer ve sağlam zemine basan tarafa giden tork %72'ye kadar yükselir. Bu diferansiyelin patinajsız (no spin) diferansiyele göre avantajı; makinanın dönüş yapması sırasında bütün yükün iç tekerlek tarafından taşınmasını engelleyip yükün bir kısmının dış tekerleğe İletilmesini sağlamasıdır. Bilindiği gibi no spin diferansiyelinde daha hızlı devir yapmaya çalışan dış tekerleğe giden tork akışı tamamen kesilmekte ve bütün yük iç tekerleğe yığılmaktadır. Şekilde görülen 4 nolu tahrik elemanı tekerleğin zemini kavraması ile tekerlekten oluşan direnç neticesinde istavroz şaftının yaptığı baskıyla kavramayı sıkıştırır ve böylece kavrama tarafının şaftına tam kapasite güç transferi yapılmaya başlar (Cummins Engine Company INC 1991).



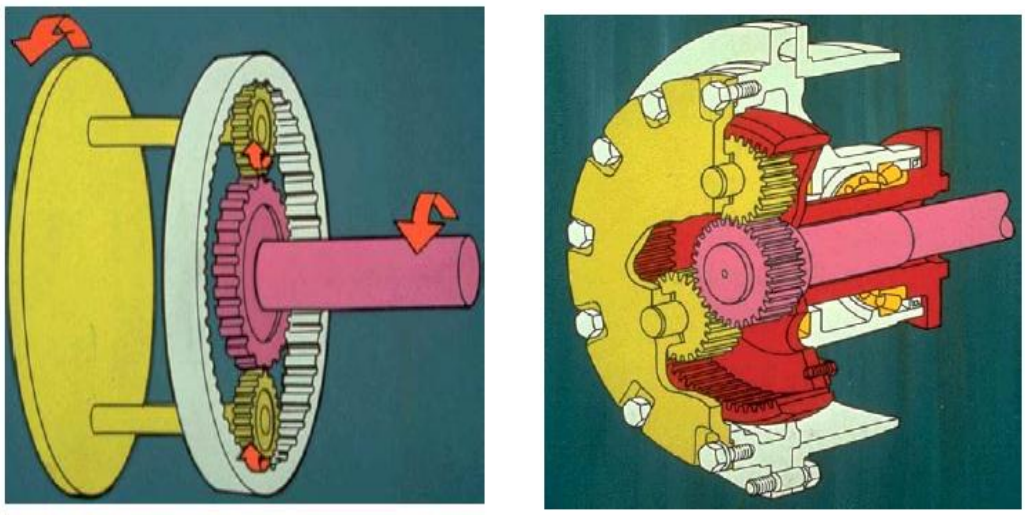
Şekil 2.61. Sınırlı Patinajlı Diferansiyel 1) Gövde 2) Dayanma Pulu 3) Kavrama Grubu 4) Tahrik Elemanı Gövdesi 5) Aks Dişlileri 6) Pinyon Dişliler 7) Pinyon Dişliler 8) Pinyon Şaftları (Istavroz) 9) 45º'lik açı (Cummins Engine Company INC 1991)

Nihai Tahrikler: İş makinalarında tekerleklere gidecek tork makinanın yük karşısında rahatlıkla hareket edebilmesi ve yükü sürükleyebilmesi açısından çok önemlidir. Bilindiği gibi iş makinasında tork öncelikle motor çıkışında oluşur. Tork değiştirici girilen yük şartlarına göre torku arttırarak şanzımana iletir. Şanzımana iletilen tork içeride oluşan redüksiyonlarla artar ve şanzıman çıkışındaki pinyon dişli üzerinden daha büyük olan ayna dişlisine geçer. Hareket pinyon dişlisinden ayna dişlisine geçerken daha fazla artış sağlar. Fakat iş makinalarında tekerlere giden torkun dahada arttırılması gerekmektedir. Bu gereksinim duyulan tork artışı, tekerleklere hareket ileten nihai tahrik gruplarında yapılmaktadır (Cummins Engine Company INC 1991).



Şekil 2.62. Nihai Tahrik Grubu (Komatsu 2007)

Nihai tahrik grubuna giren döndürme hareketi grup içinde büyük dişliye iletildiğinde tork (yani çevirme kabiliyeti) artar. Döndürme hareketinin küçük dişliden büyük dişliye geçmesine redüksiyon denir. Nihai tahriklerde redüksiyon sayısı tork ihtiyacına göre tasarlanır. Redüksiyon sayısının fazla olması gereken nihai tahriklerde dişlilerin yan yana dizilebilmesi için daha büyük hacimli bir nihai tahriğe ihtiyaç vardır. Fakat büyük hacimli nihai tahriğin makina üzerine yerleştirilme probleminden dolayı günümüzde nihai tahriklerdeki tork artımı planet dişli grupları üzerinden gerçekleştirilir. Planet dişli grubunun avantajı; dar alanda yüksek tork elde edebilmektir (Komatsu 2007).



Şekil 2.63. Plane Şekil ve t Dişli (Komatsu 2007)

Hidrolik Sistemler: İş makinaları hidrolik sisteminde basınç bir nesneyi (yükü) hareket ettirmek veya yerinden oynatmak için kuvvet oluşmasını sağlayan bir faktördür. Nesneyi hareket ettirmek için gerekli olan kuvveti sağlamak için basıncın veya basıncın etki ettiği alanın yeterince büyük olması gerekmektedir. Bir iş makinası hidrolik sistemi, yükü hareket ettiremiyor ise bu bir basınç problemidir (Caterpillar Inc 2001).

İş makinaları hidrolik sistemi için diğer önemli bir durum ise nesnelerin istenilen uygun hızda hareket ettirilebilmeleridir. Hız, nesneyi hareket ettiren hidrolik silindire giden yağ debisi ile doğru orantılıdır. Hidrolik silindirlerde ortaya çıkan hız problemi debi ile alakalı bir olaydır (Caterpillar Inc 2001).

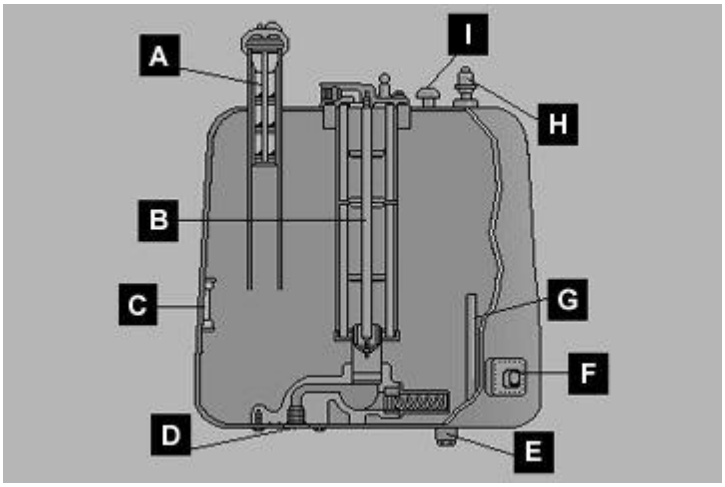
Hidrolik sistemin gücü pompa çıkışındaki debi ile basıncın çarpımına eşittir. (Güç= Pompa çıkış debisi x Pompa çıkış basıncı) İş makinalarında kullanılan hidrolik sistemler çeşitli sınıflara ayrılabilir. Sistemin kumandası yönünden mekanik kontrollü ve pilot kontrollü olarak ayrılır. Mekanik kontrollü sistemlerde ana yön kontrol valfleri doğrudan operatör tarafından mekanik olarak tahrik edilir. Pilot kontrollü sistemde ana yön kontrol valfi pilot yön kontrol valfinden gelen pilot basıncı ile tahrik olur. Pilot kontrollü sistemlerde operatör pilot yön kontrol valfine mekanik olarak kumanda etmektedir. Bir başka sınıflamada açık merkezli ve kapalı merkezli sistemler olarak yapılır. Sistemdeki yön kontrol valfleri nötrde iken pompa yağını merkezlerinden geçirerek tanka göndermekte ise sistem açık merkezli olarak ifade edilir. Yön kontrol valfleri nötrdeyken pompadan gelen yağı merkezlerinden geçiremiyor ise sistem kapalı merkezlidir (Komatsu 2007).

Yeni model iş makinalarında yük hissetmeli hidrolik sistemler kullanılmaktadır. Yük hissetmeli sistemlerde değişken debili piston tipi pompa bulunur ve pompa debisi sistemin ihtiyacı doğrultusunda artar. Sistem aktif durumda iken basınç altındaki hidrolik devreden pompa kontrol valfi grubuna (regülatörüne) yük sinyal basıncı gelir. Pompa regülatörü gelen yük sinyalini değerlendirerek pompa debisini en uygun debiye göre ayarlar. Yük hissetmeli sistem bu çalışma prensibi sayesinde iş makinelerinde yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca bu sistemde motor devri düşerken pompa çıkış debisi istenilen seviyede kalabilmektedir. Hidrolik sistemlerde bir de kapalı çevrim sistemi olarak adlandırılan sistemler bulunmaktadır. Kapalı çevrim (cloosed loop systems) sistemleri bir başka deyişle hidrostatik sistemler olarak ifade edebiliriz. İş makinalarındaki kullanılan hidrostatik sistemlerde devrede bulunan değişken debili pompanın debisi devredeki bir hidromotora arada hiçbir yön kontrol valfi olmaksızın direk olarak ulaşır. Hidromotordan çıkan yağ ise doğrudan hidrostatik sistem pompasının emişine gönderilir (Cummins Engine Company INC 1991).

Hidrolik Sistem Elemanları: Basınçlı hidrolik sıvıdaki gücün kontrolü için birbiri ile irtibatlandırılmış hidrolik eleman gruplarına ihtiyaç vardır. Bu hidrolik eleman grubu hidrolik sistem olarak adlandırılır. Sistemdeki elemanların sayıları yerleşim düzenleri; uygulama yöntemine göre değişmektedir. Birçok uygulamada ana sistem çeşitli yan sistemlere güç aktarır. Hidrolik sistemler aşağıda sıralandığı gibi temel elemanlardan oluşur (Özyol 2002).

- Hidrolik yağ tankları,
- Süzgeçler ve filitreler
- Pompalar
- Kontrol valfleri (yön kontrol, akış kontrol ve basınç kontrol)
- Hidrolik silindirler
- Akümülatörler
- Hidromotorlar
- Hidrolik hatlar (borular, bükülebilir hortumlar)
- Sızdırmazlık elemanları (keçeler)

Hidrolik Tank: Hidrolik tank yağ depolama görevinin yanı sıra yağın soğutulmasını, yağın içerisinde oluşabilecek kabarcıkların ayrışmasını, dış ortamdaki toz zerreciklerinin yağa karışmasının önlenmesini sağlamakta görevlidir (Özyol 2002).



Şekil 2.64. Hidrolik Tank A) Doldurma Tüpü B) Filtreler C) Seviye Göstergesi D) Tanka Dönüş Hattı E) Tankın Boşaltma Tapası F) Pompa Emiş Hattı G) Sönümleme Plakası H) Basınç Sınırlama Valfi I) Havalandırma (Özyol 2002)

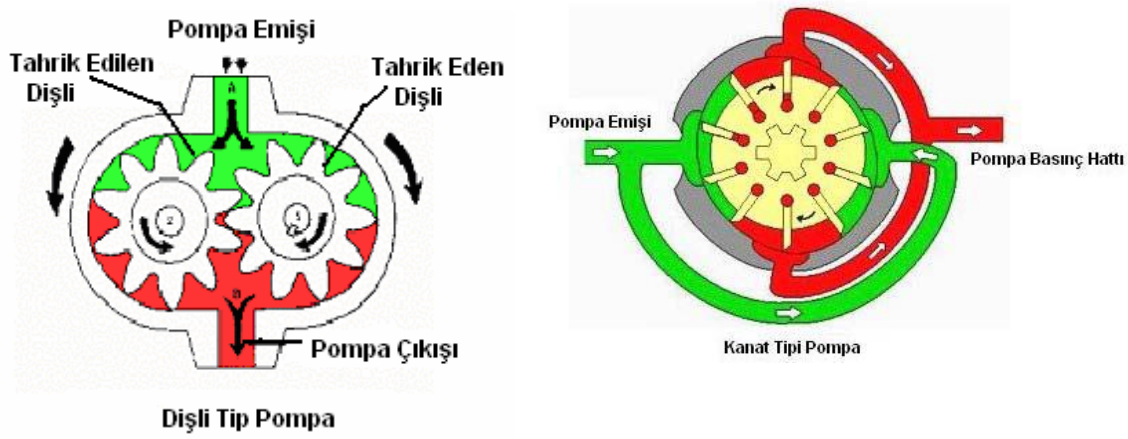
Hidrolik tank uygun geometride yüksek ve dar olmalıdır. Tank içindeki hidrolik yağ seviyesi mümkün olduğu kadar pompa emiş hattından daha yüksekte olmalıdır. Bu durum, pompa emişinin hava almasını veya girdap yapmasını engeller. Emiş tarafında görülen girdap, pompa emişinin hava aldığını gösterir. Hidrolik tank, hidrolik sistem maksimum mesafeye uzatıldığında bile silindirlere yeterince yağ gönderme kapasitesine sahip olmalıdır. Ayrıca sistemde ısınma neticesinde genişleyen yağın fazlalığını alabilecek boş hacmi bulunmalıdır. Hidrolik tanklar atmosfere açık ve basınçlı olmak üzere iki çeşittir. Günümüzde kullanılan iş makinalarında, hidrolik tanklar basınçlı tiptir. Basınçlı tankın sistem avantajları; içeriye toz girmesini ve pompa emişine hava karışmasını önlemektir (Komatsu 2007).

Süzgeçler ve Filtreler: Süzgeçler metalik küçük gözenekli süzme işlemi yapan elemanlardır. Süzme kabiliyetleri hidrolik filtreler kadar çok hassas değildir. Genelde pompa emişine yerleştirilip tank içinde olabilecek parçacıkların pompa içine gidip zarar vermesini engellemektedirler. Süzgeç girişi ile çıkışı arasındaki basınç farkı belirli kritik noktayı geçmemelidir, aksi takdirde pompa emişi hava alabilir. Hidrolik sistemdeki en hassas süzme işlemi hidrolik filtreler tarafından yapılır. Filtre tıkandığında yağın tanka dönüşünü devam ettiren filtre bay-pas valfi görev almaktadır. İş makinalarında filtre önündeki basınç yığılmasını bir elektrik switchi ile hissedip operatöre kontrol panelinden ikaz veren elektrik devresi bulunmaktadır. Günümüzde hidrolik sistem basınçları özellikle hidrostatik sistemlerde olduğu gibi oldukça yüksektir. Yüksek sistem basınçlı hidrolik devrelerde devre elemanı içinde yağ sızıntısını engellemek için birbirine yakın relatif hareket eden parçalar arasındaki toleranslar 15 ile 25 mikron arası aralıklar gibi çok daraltılmıştır. Bu sebeple bu dar tolerans bölgelerinde yağlama yapacak olan yağın çok hassas ölçüde filtre tarafından süzülmüş olması gerekmektedir. Dolayısı ile filtre değişim zamanlarını aksatmadan değişimini yapmak gerekmektedir (Özyol 2002).

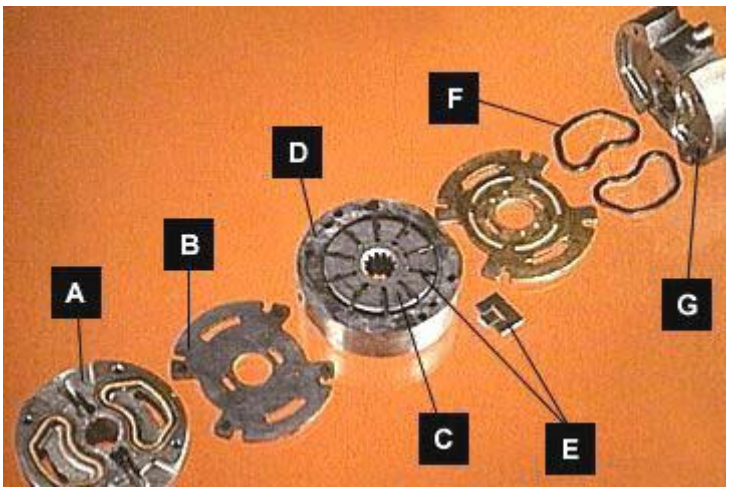
Şekil 2.65. CAT İş Makinesi Filtre Grubu (Özyol 2002)

Pompalar: Pompanın görevi akışa karşı oluşan dirence karşı hidrolik sisteme yeterli debide yağ göndermektir. Pompa basınç oluşturmaz, zira basınç sistem içindeki kısıtlamaların yağ akışına karşı gösterdiği direnç neticesinde artmaktadır. Pompalar çıkardığı debinin düzenliliğine göre ikiye ayrılır. Pompalar çeşitli şekilde sınıflandırılabilirler. Pompa çıkışındaki yağ debisi geçen zamana göre sabit seviyede kalıyor ise bu tipteki pompalar pozitif deplasmanlı (debili) olarak adlandırılır. Şayet pompa çıkışındaki yağ debisi geçen zamana göre sabit olmayıp dalgalanma şeklinde değişim gösteriyor ise bu tipteki pompalar pozitif deplasmanlı olmayan pompalar olarak adlandırılır. Hidrolik sistem pompaları pozitif deplasmanlıdır. Pozitif deplasmanlı olmayan pompaya örnek olarak motor suyu devirdaim pompası gösterilebilir (Özyol 2002).

Pompalar bir başka yönden yaptıkları devire göre sabit debili veya değişken debili pompalar olarak ikiye ayrılır. Sabit debili pompalarda pompanın yaptığı devir sabitken pompa çıkış debisi de sabittir. Bu tip pompalara örnek olarak dişli tip; kanat tipi ve sabit açılı piston tipi olanlar gösterilebilir. Değişken debili eksenel pompa ise pompa tahrik şaftı sabit devirde dönse bile pompa devir değiştirebilmektedir. Bu tip pompalara örnek olarak değişken debili piston tipi pompalar gösterilir. Piston tipi pompalar yüksek basınçlı sistemlerde kullanılır (Komatsu 2007).



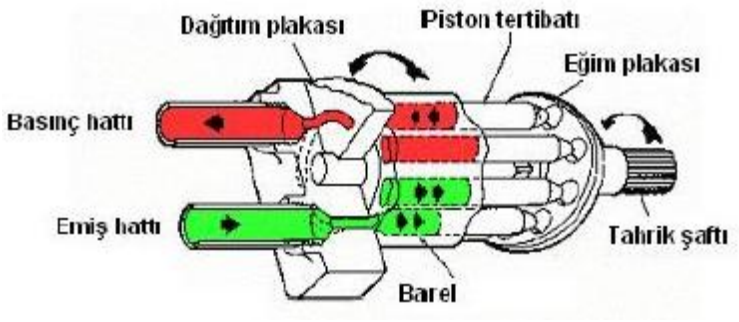
Şekil 2.66. Pompa Sistemi ve Kanat Tipi Pompa Sistemi (Komatsu 2007)



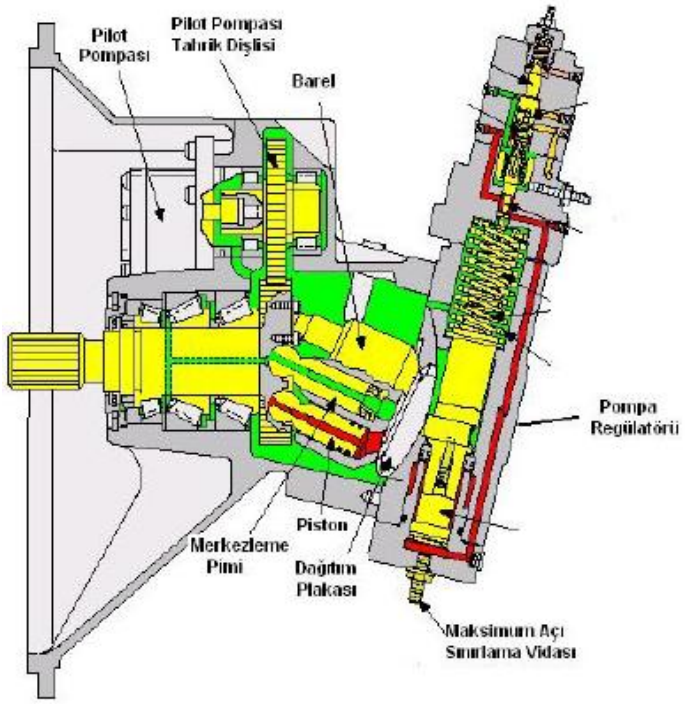
Şekil 2.67. Kanat Tipi Pompa Sistemi Elemanları A) Kapak B) Basınç Koruma Plakası C) Barel D) Bareli Çevreleyen Gövde E) Kanatlar F) Keçeler G) Kapak (Komatsu 2007)

Değişken debili eksenel piston tipi pompalarda dönmekte olan bir barel ve onun içinde ileri geri hareket eden pistonlar bulunmaktadır. Pistonların içinde yaptığı strokun değişmesi pompa debisini değiştirir. Bu pompalar eğim plakalı ve eğik eksenli olmak üzere ikiye ayrılır. Eğim plakalı olanlarda eğim plakasının açısının değişmesi ile pistonların barel içindeki stroku değişir. Eğik eksenli piston tipi pompalarda ise pompa bareli pompa tahrik şaftı eksenine göre açısını değiştirmektedir. Barel açısının değişmesi ile piston strokları ve dolayısı ile pompa debisi değişir. Bu pompalarda pompanın açı kontrolü pompa kontrol valfi (regülatör) tarafından tarafından kontrol edilir (Komatsu 2007).

Orta boy ekskavatörlerde görülen eğik eksenli piston tipi pompalar genel olarak ikiz pompa şeklindedir. Bu tip pompa gruplarında yan yana iki ana hidrolik pompa vardır. Bunlardan biri motordan direk tahrik alır ve dişlisi ile yanındaki pompayı tahrik eder. Ayrıca bu ikiz pompa grubunun içinde bu gruptan tahrik alan bir dişli tip pilot pompası bulunmaktadır (Özyol 2002).



Şekil 2.68. Değişken Debili Piston Tipi Pompa (Eğim Plakalı) (Komatsu 2007)



Şekil 2.69. Eğik Eksenli Piston Tipi Pompa (İkiz) (Komatsu 2007)

Hidrolik Pompa Ömrüne Etki Eden Unsurlar

- **Hidrolik Yağ:** Hidrolik yağın viskozitesi çalışma şartlarına uygun olmalıdır. Ayrıca hidrolik yağın içeriğinde paslanmayı, köpürmeyi, oksitlenmeyi ve aşınmayı önleyici katkı maddeleri bulunmalıdır (Cummins Engine Company INC 1991).

- **Yağ Sıcaklığı:** Hidrolik sistemdeki aşırı ısınma öncelikle sistemdeki keçelerin bozulmasına sebep olmaktadır. Hidrolik tanktaki yağ sıcaklığı 93- 99° C yi geçmemelidir. Hidrolik sistemde aşırı ısınmaya sebep olan başlıca etkenler şunlardır:
  Yağ soğutucusunun tıkalı olması veya soğutucu bypass valfinin açık kalması
  Hidrolik sistemin aşırı yüklü olarak çalıştırılması
  Basınç kontrol valfinin açma basıncının düşük olması veya valfin açık kalması (Caterpillar Inc 2001).

- **Yağ Keçeleri:** Hidrolik sistemde yağ keçelerinin yeri çok önemlidir. Bu keçelerden en kritik durumda olan hidrolik silindirlerde bulunan toz keçelerdir; bu keçeler tozlu ortamın içinde çalışmaktadır. Silindir keçesinin arızalanması hidrolik sisteme toz girmesine sebep olmaktadır. Keçeler çoğunlukla aşırı yağ sıcaklığından zarar görmektedir. Bundan başka silindir rotu üzerindeki pürüz ve lekelenme de silindir keçelerinin hasar görmesine sebep olmaktadır (Caterpillar Inc 2001).

- **Hidrolik Sistemin Aşırı Yükte Çalışması:** Sistemin aşırı yüklere maruz kalması kullanım hatası, normalden daha ağır kütleli kepçe ve bıçak kullanımı gibi sebeplerden kaynaklanır. Bu gibi durumlarda sistemdeki keçeler aşırı basınca maruz kalırlar. Normal çalışma şartlarında iyi bir operatör çok nadir durumlarda hidrolik sistemi maksimum sistem basıncına çıkartmaktadır (Cummins Engine Company INC 1991).

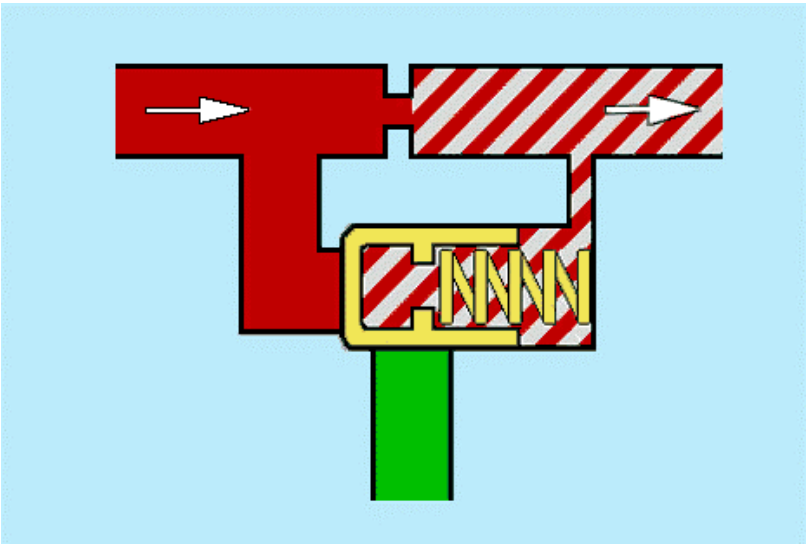
- **Pompa Yağlaması:** Makina çalışırken her durumda pompaya yeterli miktarda yağ gelmelidir. Pompa, makina üzerindeki yerine takılmadan önce içine yağ doldurulmalı ve yağın pompa içine yayılması için pompa tahrik şaftı birkaç tur döndürülmelidir. Hidrolik sistemin seviye göstergesinden gözlenen yağ seviyesinin normalin altında olmaması gerekmektedir, aksi takdirde pompa emişi hava yapar ve pompa kavitasyona uğrar. Şu iyice bilinmelidir ki genelde bütün hidrolik sistemin tank haricindeki kapasitesi, yaklaşık olarak tank kapasitesinin iki veya üç katı kadardır. Bu sebepten hidrolik sistem yağının tam olarak boşaltılıp tekrar dolumu yapıldığında hidrolik aksamlar biraz hareket ettirildikten sonra, tekrar gerektiği miktarda sisteme yağ ilavesi yapılmalıdır (Cummins Engine Company INC 1991).

- **Pompa Şaftının Yağlaması:** Pompa tahrik şaftının frezelerinin yağlaması tamamen hidrolik sistemden ayrı bir olaydır. Tahrik şaftındaki frezeler motor yağ sisteminden veya başka tahrik kompartımanlarından gelen yağ ile yağlanmaktadır. Şafttaki frezenin aşınması, üretim sırasında şafta uygun sertliğin verilmemesinden veya frezelerin yağsız kalmasından kaynaklanmaktadır. Freze aşınma durumlarında bütün yağ pasajları, keçeler, contalar ve yataklama burçlarının içindeki delikler kontrol edilmelidir. Yerine iyi oturtulamamış veya yanlış takılmış bir keçe yağ akışına engel olabilir (Caterpillar Inc 2001).

- **Yağa Hava Karışması Aeration ve Kavitasyon:** Yağa hava karışması, sistemin herhangi bir noktasındaki vakumdan dolayı dışarıdan hidrolik sistemin içine hava sızması ile olmaktadır. Kavitasyon ise pompa emişindeki yağın yetersiz kalmasından olmaktadır. Her iki durumda da hidrolik yağda kabarcıklar oluşmaktadır (Cummins Engine Company INC 1991).

Kontrol Valfleri: Hidrolik sistemlerde kullanılan valfler sistem içinde kullanılan akışkanın debisini, basıncını ve yönünü kontrol etmektedirler. Bütün bahsedilen görevleri yerine getiren çeşitli valfler bulunmaktadır. Valfler iç sızıntıyı ve dışarıdan toz zerreciklerinin girişini önleyecek şekilde tasarlanır. Valf içinde iç sızıntının fazla olması hidrolik sıvı sıcaklığının yükselmesine ve hidrolik aksamın yer çekimine doğru kendiliğinden yavaş yavaş inmesine sebep olur. Dışarıdan valf içine girebilecek toz zerrecikleri ise valf spoolarının sıkışmasına, valfin oturma yerlerinin aşınmasına, küçük orifislerin tıkanmasına sebep olur. Valfler bulundukları sistem tasarımına göre el (manuel), elektrik, hava veya hidrolik (pilot) kontrollü olabilmektedir (Özyol 2002).

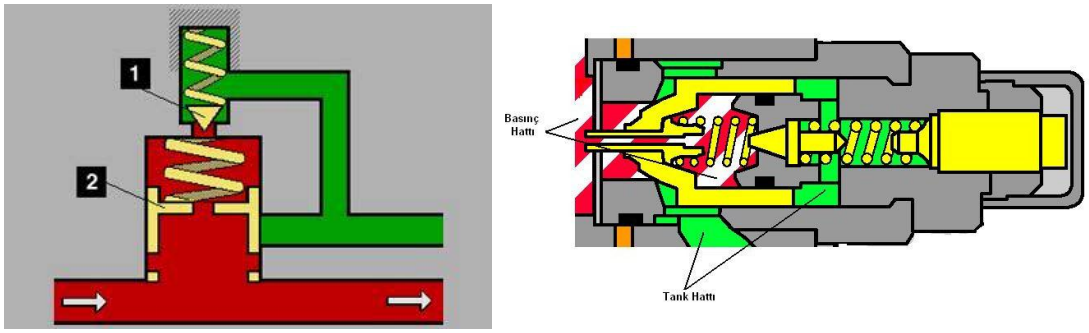
Akış Kontrol Valfleri: Bu valfler sistem içinde belirli bir devreye gitmekte yağ debisini belirli bir seviyede sınırlayarak hareket eden hidrolik aksamların hız kontrollünü yaparlar. Akış kontrol valfleri aynı zamanda basınç düşürme valfleri olarak da görev yapmaktadır (Özyol 2002).



Şekil 2.70. Akış Kontrol Valfi (Komatsu 2007)

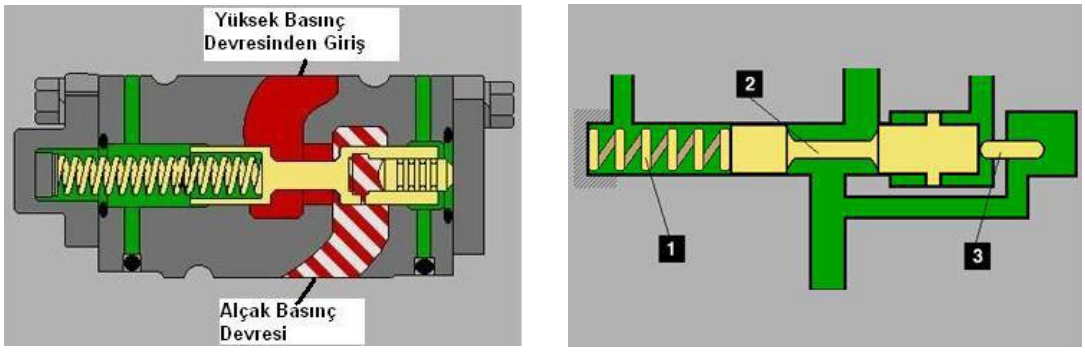
Basınç Kontrol Valfi: Bu valfler sistemlerin ve elemanlarının emniyeti açısından sistemdeki ve sistem devrelerindeki maksimum basıncı belirli bir seviyede sınırlamaktadırlar. Tasarıma göre bu basınç sınırlaması bazı sistemlerde basınç hattı yağının basınç sınırlama valfi üzerinden tanka gönderilmesi şeklinde veya yük hissetmeli hidrolik sistemlerde olduğu gibi pompa debisini (açısını) düşürerek yapılır.
Basınç sınırlama valfleri ana basınç sınırlama, hat basıncı sınırlama valfleri ve basınç düşürücü valfler şeklinde kısımlara ayrılabilir. Ana basınç sınırlama valfi pompa

çıkışından hareket etmekte olan hidrolik silindirin veya hidromotorun beslenmekte olan hatlardaki maksimum seviye basınç sınırlamasını yapar. Hat basıncı sınırlama valfi hidrolik silindir veya hidrolik motorun çalışmadığı durumlarda dışarıdan gelen etkinin bu aksamları hareket etmeye zorlaması sırasında bu aksamların hatlarında basınç sınırlaması yapmaktadır. Genelde hat basıncı sınırlama valfinin açma (basınç sınırlama) noktası ana basınç sınırlama valfinin açma noktasından 1360 kPa (200 psi) kadar daha yüksektir. Fakat bazı devrelerde hat basınç sınırlama valfinin açma noktası ana basınç sınırlama valfinin açma noktasından daha düşüktür. Böyle bir devrede hidrolik aksam aktifken bile basınç sınırlaması devamlı olarak o hattın basınç sınırlama valfi tarafından yapılır. Hidromotorların üzerinde ise hidromotor aktif durumda değilken dışarıdan gelen zorlama ile oluşan motor hat basıncını sınırlayan çapraz hatta yağ tahliyeli (croosover) basınç snırlama valfleri kullanılmaktadır. Bu valflerinde açma noktası ana basınç sınırlama valfinin açma noktasının üzerindedir (Cummins Engine Company INC 1991).



Şekil 2.71. Pilot Kontrollü Sınırlama Valfi 1) Pilot Spoolu 2) Ana Boşaltma Spoolu (Komatsu 2007)

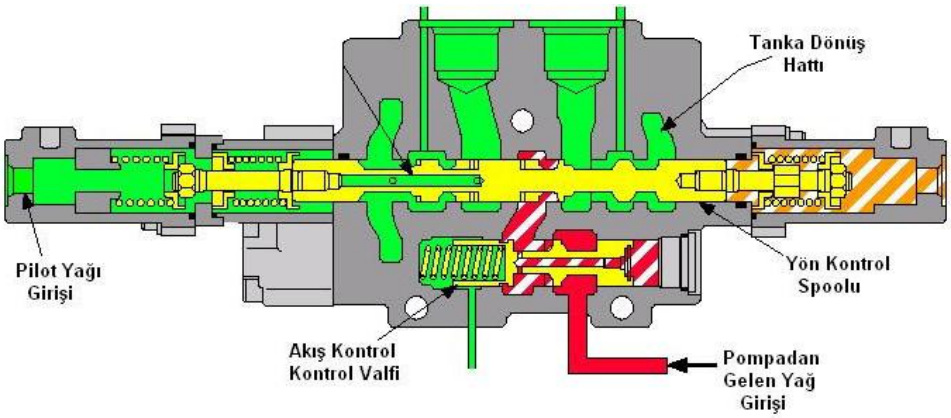
Sistemlerde ayrıca basınç sınırlama görevini yapan basınç düşürme valfleri bulunabilir. Bu valfler belirli bir "A" basınçlı devresinden yağ beslemesi alan "B" devresine, "A" basıncını belirli bir seviyeye düşürerek gönderirler (Özyol 2002).



Şekil 2.72. Basınç Düşürücü Valf 1) Yay 2) Yay Spoolu 3) Pilot Spoolu (Komatsu 2007)

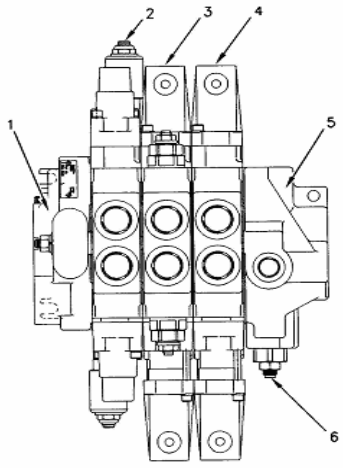
Yön Kontrol Valfleri: Yön kontrol valflerinin görevi hidrolik sistemdeki hedef işi yapacak olan elemanların istenen bölgeye (örnek hidrolik silindirler, hidromotorlar)

istenen zamanda miktarı kontrol edilen yağ göndermektir. Bu valfler mekanik kontrollü, pilot yağı kontrollü veya elektrik kontrollü olabilir (Komatsu 2007).



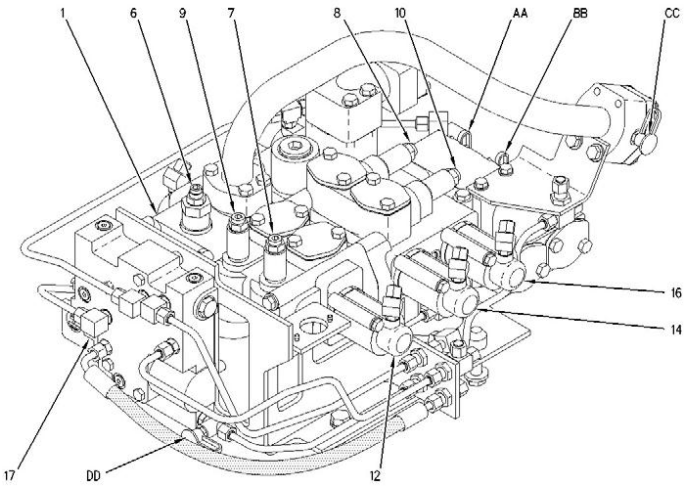
Şekil 2.73. Pilot Konrollü Yön Kontrol Valfi (Komatsu 2007)

Yön kontrol valfleri spool merkezleri itibarı ile açık merkezli ya da kapalı merkezli olabilirler. Açık merkezli valflerde valfin yön kontrolü spoolu nötür pozisyonunda iken pompadan valfe gelen yağ spool merkezinden geçerek tanka döner. Kapalı merkezli valflerde valfin yön kontrol spoolu nötr pozisyonunda iken pompadan valfe gelen yağ spool merkezinden geçemez. Hidrolik sistemler yön kontrol valflerinin merkezlerine göre açık veya kapalı merkezli sistemler olarak adlandırılırlar. Şayet sistemdeki hidrolik pompa birden fazla hidrolik aksam için görev yapıyorsa sistem kapalı merkezli valflerden oluşturulur (örnek; beko yükleyici, greyder vb hidrolik devresi). Eğer birden fazla hidrolik aksamlı devrelerde açık merkezli valfler kullanılırsa, aksamların müşterek çalışması sırasında bir devre için gerekli olan basınç kendisine direnç göstermeyen diğer devreye kaçabilir ve sistemin operatör tarafından kullanımında zorluklar ortaya çıkar. Açık merkezli yön kontrol valfleri genelde birden fazla hidrolik aksamın aynı anda kullanılmadığı hidrolik sistemlerde kullanılır (örnek; lastikli yükleyici hidrolik devresi) (Cummins Engine Company INC 1994).



Şekil 2.74. Beko Yükleyicilerde Tipik Yön Kontrol Valf Grubu 1) Yağ Çıkış Manifoldu 2) Ataşman Kontrol Valfi 3) Kepçe Eğim Kontrol Valfi 4) Kepçe Kaldırma Kontrol Valfi 5) Akış Önceliği Verici Valf 6) Sinyal Sınırlama Valfi (Cummins Engine Company INC 1994)

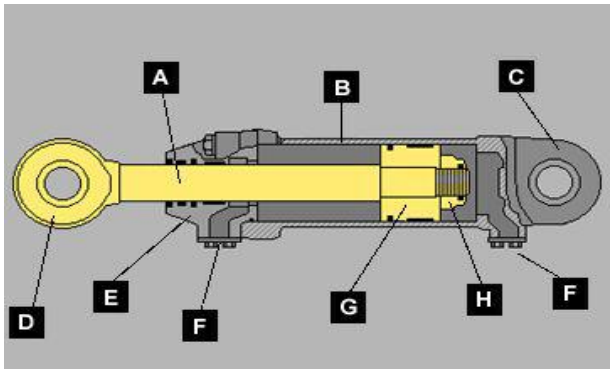
Yön kontrol valfleri aldıkları pozisyonlara göre dört konumlu valfler, üç konumlu valfler vb. olarak adlandırılır. Örneğin lastikli yükleyici kepçe kaldırma kontrol valfi dört konumlu bir valftir. Bu valfte konum olarak kaldırma, indirme, nötr ve yüzdürme konumları bulunur. Yön kontrol valflerinin aynı zamanda (pilot yağ hortumları hariç) üzerine bağlı hortumların (veya boruların) sayısına göre kaç yollu olduğu ifade edilmektedir. Örneğin valfin üzerine bir adet pompa besleme, bir adet tank hattı ve iki adet hidrolik silindire giden hortum bağlı ise bu valf dört yollu olarak ifade edilir (Caterpillar Inc 2001).



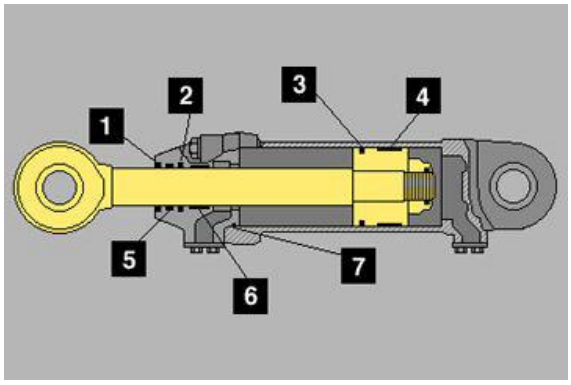
Şekil 2.75. Ana Kontrol Valf Grubu 1)Ana Kontrol Valfi 6) Ana Basınç Sınırlama Valfi 7) Ataşman Silindiri Head Hattı Basınç Sınırlama Valfi 8) Eğitim Silindiri Rot Hattı Basınç Sınırlama Valfi 9) Ataşman Silindiri Rot Hattı Basınç Sınırlama Valfi 10) Eğim Silindiri Head Hattı Basınç Sınırlama Valfi 12) Ataşman Yön Kontrol Spoolu 14) Eğim Silindiri Yön Kontrol Spoolu 16) Kaldırma Silindirleri Yön Kontrol Spoolu 17) Pilot Valfi (pilot yağ Manifoldu) AA) Kaldırma Silindirleri Head Tarafı Basınç Ölçme Tapası BB) Kaldırma Silindirleri Rot Tarafı Basınç Ölçme Tapası CC) Ana Hidrolik Sistem Basıncını Ölçme Tapası DD) Pilot Basıncını Ölçme Tapası (Cummins Engine Company INC 1994)

Hidrolik Silindirler: Hidrolik silindir; hidrolik enerjisini ileri veya geri düz hareket ederek mekanik enerjiye çevirir. Silindirlerin hareketli kısmı rotlu ve ona bağlı pistonlu kısmıdır. Rot ile bağlı olduğu piston silindir kovanının içinde hareket eder. Tek rotlu silindirlerde silindirin rot tarafı, basıncın etki edeceği faydalı alan açısından piston üst tarafına göre daha küçüktür. Bazı silindirlerde bir pistona bağlı iki tarafa uzanan iki ayrı rot bulunur. Bu tip çift rotlu silindirler bazı makinaların (örnek beko yükleyici) ön aksında ön tekerlekleri sağa ve sola döndüren dönüş silindiri olarak kullanılır. Silindirde rotun geçtiği boğaz kısmında içeriye toz girmesini ve dışarı yağ sızdırmasını önleyen keçeler vardır. Ayrıca pistonun üzerinde pistonun üst tarafı ile rot tarafını birbirine iç sızıntı yapmasını önleyen keçe bulunmaktadır. Bazı uygulamalarda pistonun üst kısmına sönümleme parçası yerleştirilir. Bu sönümleme parçası, piston üzerindeki yağı silindir dışına iterek silindir sonuna yaklaşırken son anlarda bir orifisleme etkisi oluşturarak

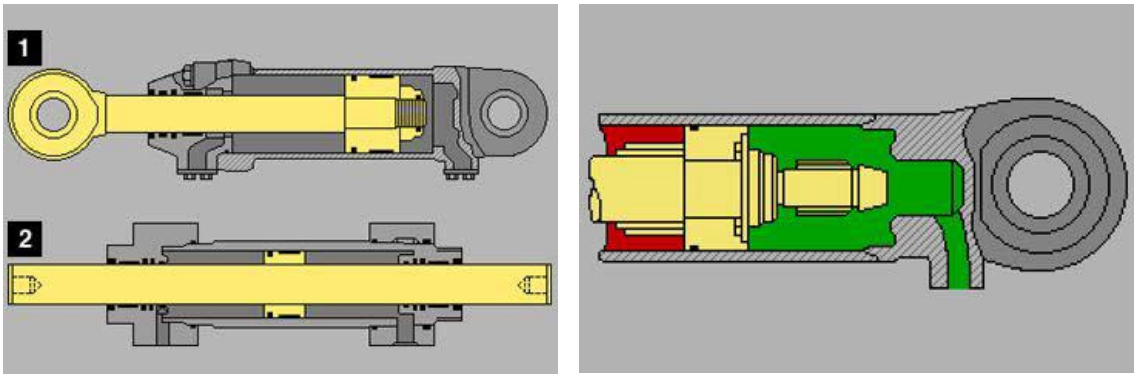
piston üzerindeki yağın silindir dışına çıkışını yavaşlatır. Böylece silindir hareketi azalırken vuruntuyu engellemek amaçlı sönümleme yapılmış olur (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.76. Hidrolik Silindir A) Rot B) Silindir Kovanı C) Silindir Kovanı Bağlantı Gözü D) Rot Bağlantı Gözü E) Silindir Kapağı F) Kontrol Valfinden Gelen Hortum Bağlantı Noktaları G) Piston H) Piston Tespit Somonu (Komatsu 2007)

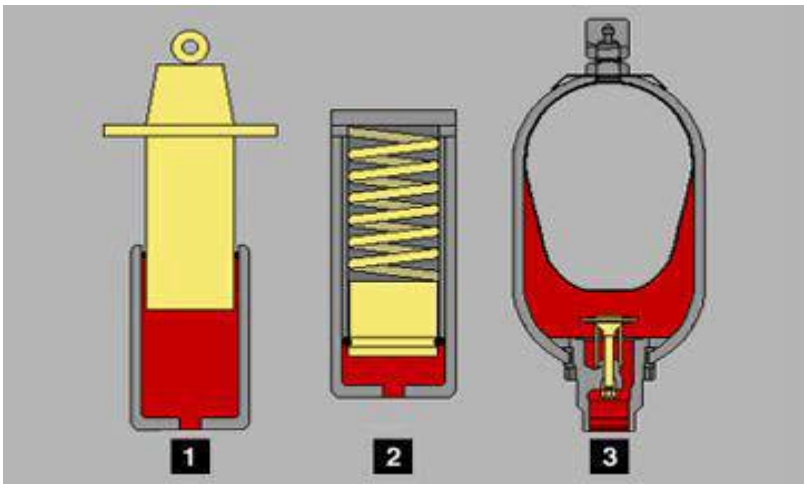


Şekil 2.77. Hidrolik Silindir Keçeleri 1) Toz Keçesi 2) Yağ Keçesini Yüksek Basınçtan Koruyan Keçe 3) Piston Keçesi 4) Piston Aşıntı Keçesi 5) Yağ Sızdırmazlık Keçesi 6) Rot Aşıntı Keçesi 7) Silindir Kapağı Keçesi (Komatsu 2007)



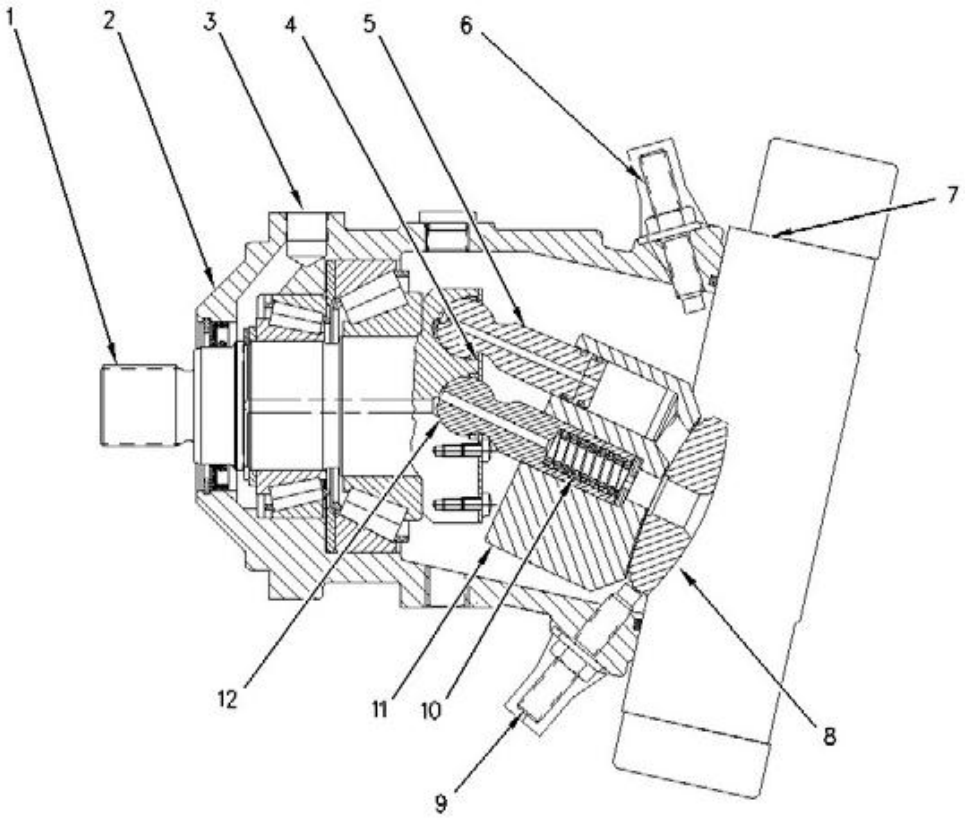
Şekil 2.78. Tek Rotlu ve Çift Rotlu Silindirler ve Hareket Sonu Sönümlemeli Silindir (Komatsu 2007)

Akümülatörler: Bu elemanlar sistemlerde kesintisiz olarak kullanmak için potansiyel basınç depolamaktadırlar. Akümülatör çeşitleri yaylı, ağırlıklı ve gazlı olarak sıralanabilir. İş makinalarında daha çok gazlı akümülatörler kullanılmaktadır. Bu üniteler özellikle ekskavatörlerin pilot devresinde ve lastikli makinaların fren sisteminde bulunmaktadır. Gazlı akümülatörlerde akümülatör tüpünün içinde, üzerinde azot gazı basıncı olan bir diyafram bulunur. Akümülatörün içine giren yağ diyaframı gazı sıkıştıracak şekilde iter. Sıkışmakta olan gazın basıncı artar ve bu baskı diyafram tarafından yağın üzerinde hissedilir. Böylece akümülatörün içindeki yağ basıncı artmış olur (Komatsu 2007).



Şekil 2.79. Akümülatör Tipleri 1) Ağırlık Yüklemeli 2) Yay Yüklemeli 3) Gaz Yüklemeli (Komatsu 2007)

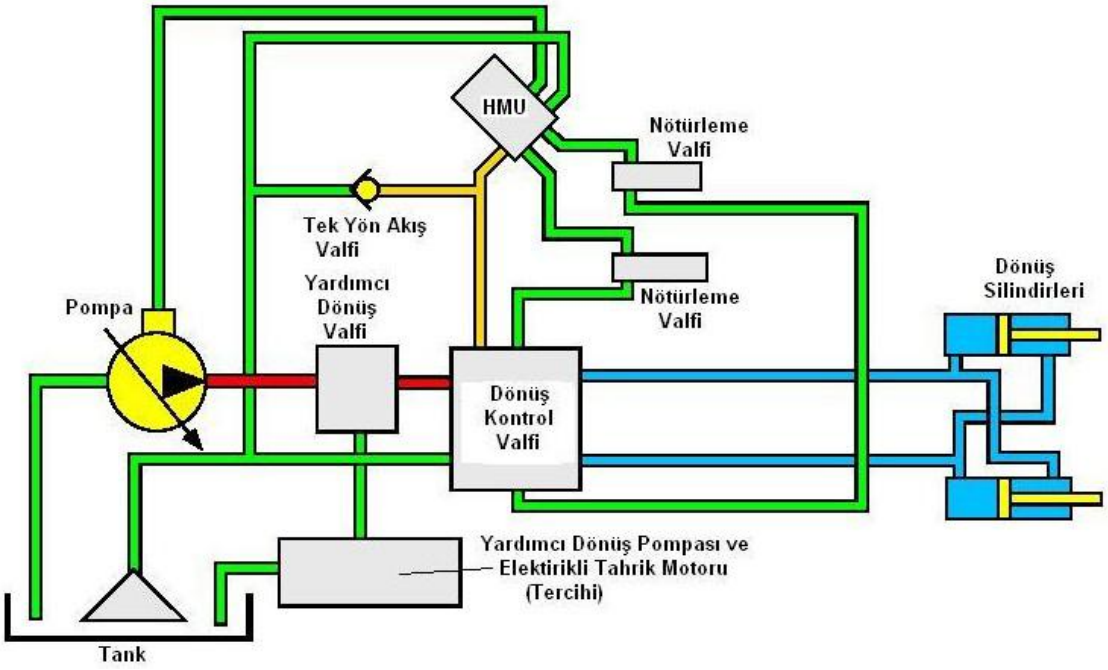
Hidrolik Motorlar: Bu elemanlar sistemdeki hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çevirmektedirler. Hidromotorların kullanımı paletli ekskavatörlerde ve paletli yükleyicilerde olduğu gibi makine nihai tahriklerinin tahriği veya bazı lastikli makinalarda olduğu diferansiyele bağlı dişli kutusunun tahriği, ekskavatörlerde kule şanzımanının tahriği vb. gibi yerlerde kullanılmaktadır. Iş makinalarında genelde piston tipi hidromotorlar kullanılır. Yürüyüş sistemlerinde kullanılan piston tipi hidromotorlar sabit açılı veya değişken açılı olabilmektedir. Hidromotor yüksek açıda çalışırken çıkış devri düşük fakat çevirme torku (çekişi) yüksektir. Küçük açıda çalışırken ise çıkış devri yüksek fakat çevirme torku (çekişi) düşüktür. Piston tipi hidromotorlar da piston tipi pompalar gibi eğim plakalı veya eğik eksenli olabilmektedir (Özyol 2002)



Şekil 2.80. CAT 914 G Yükleyicinin Yürüyüş Eğik Eksenli Hidromotoru 1) Tahrik Şaftı 2) Motor Muhafazası 3) Flushing Çıkışı 4) Dayanak 5) Piston 6) Minimum Açı Sınırlama Vidası 7) Motor Kapağı 8) Kayar Hareketli Dağıtım Plakası 9) Maksimum Açı Sınırlama Vidası 10) Yay 11) Barel 12) Pivot Pimi (Cummins Engine Company INC 1991)

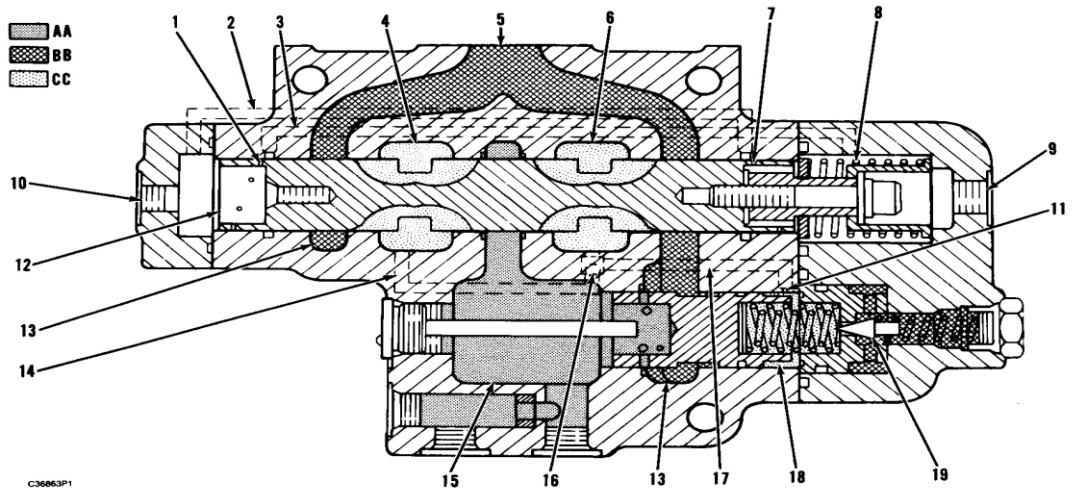
2.1.7. Makine Dönüş Sistemleri

Dönüş sistemleri iş makinasının istenilen yöne istenilen miktarda kontrollü olarak dönüş yapabilmesini sağlayan sistemlerdir. Lastikli makinalardaki sistemler ile paletli makinalardaki sistemlerin tasarımları farklıdır. Lastikli yükleyicilerde makinanın dönüşü, makinanın ön şasesinin makinanın arka şasesine göre açı değiştirmesi ile gerçekleşir. Bu makinalarda ön ve arka şaselerin (belden kırma şeklinde) birbirine göre açı değiştirmeleri makinanın her iki yanında bulunan dönüş hidrolik silindirlerinin hareketi ile gerçekleşir. Dönüş sırasında bir dönüş silindirinin rotu dışarı çıkarken diğer silindirin rotu eşit miktarda silindirin içine girer. Lastikli makinalarda dönüş silindirlerine yağ gönderen kontrol valfi pilot veya mekanik kontrollü olabilmektedir. Günümüzde lastikli yükleyicilerin dönüş sistemlerinde direksiyon ile mekanik olarak kumanda edilmekte olan el kontrollü ölçüm (HMU) ünitesi kullanılmaktadır. Bazı devrelerde HMU direk olarak dönüş silindirlerine yağ gönderir. Bazı devrelerde ise HMU ana dönüş kontrol valfini kontrol etmek için kontrol valfine pilot yağı gönderir (Caterpillar Inc 2001).



Şekil 2.81. Tipik Bir Lastikli Yükleyici Dönüş Devresi (Komatsu 2007)

Devrede görülen yardımcı dönüş pompası ve pompa tahrik motoru makinanın üzerinde standart olarak gelmeyen tercihi bir tertibattır. Bu yardımcı dönüş sisteminin pompası, ana dönüş pompasından çıkan yağ debisi arıza neticesinde yetersiz kaldığında devreye girerek operatörün emniyetli olarak makinayı uygun bir yere götürmesine imkan verir. Bu valfler makina bir tarafa maksimum dönüş yaptığında iki şasenin kuvvetle birbirine vurmasını engellemek için dönüş valfini nötr durumuna geçirerek dönüş hareketinin kesilmesini sağlamaktadırlar (Caterpillar Inc 2001).

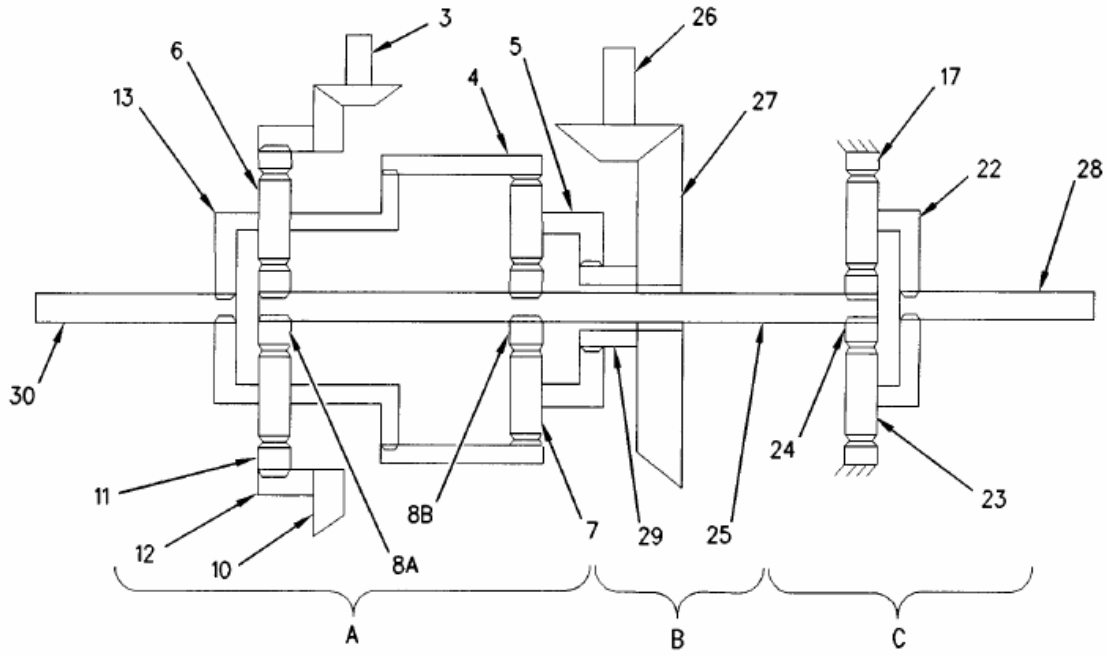


Şekil 2.82. Dönüş Kontrol Valfi (Sağa Dönüş Pozisyonu) 1) Orifisler 2) Pasaj 3) Pasaj 4) Sola Dönüş için Silindire Giden Yağ 5) Tanka Dönüş Hattı 6) Sağa Dönüş için Silindirlere 7) Orifisler 8) Yay 9) Sağ Nötrleme Valfine Gelen Pilot Yağı 10) Sol Nötrleme Valfine Gelen Pilot Yağı 11) Orifisler 12) Yön Kontrol Spoolu 13) Tanka Dönüş Pasajı 14) Basınç Sınırlama Valfine Giden Sinyal Pasajı 15) Dönüş Pompasından Gelen Yağ Girişi 16) İki Yönlü Mukayese Valfi 17) Basınç Sınırlama Valfine Giden Sinyal Pasajı 18) Akış Kontrol Valfi 19) Basınç Sınırlama Valfi AA) Basınçlı Yağ BB) Tanka Dönüş Yağı CC) Bloke Olmuş Yağ (Caterpillar Inc 2001)

Paletli makinalarda kavramalı dönüş sistemi, diferansiyel dönüş sistemi ve hidromotorlu hidrostatik dönüş sistemleri kullanılmaktadır. Dozerlerde genelde kavramalı dönüş sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemde makinanın sağ ve sol nihai tahriklerine güç transferi dönüş kavramaları üzerinden gerçekleşir. Dönüş kavrama grubu pleytler ve üzerinde sürtünme malzemesi olan disklerden meydana gelir. Makinanın düz yürüyüşü sırasında dönüş kavrama grupları yay baskısı ile kavrama durumundadır. Makinanın dönüşü ise, dönülecek tarafın kavramasının dönüş kontrol valfi yönetiminde yağ basıncı ile çözülmesi ve diğer tarafın kavrama pozisyonunda olduğundan, makinanın bu şekilde dönmesi ile gerçekleşmiş olur. Bu sistem ile yapılan dönüş kesintilidir (Komatsu 2007).

Günümüzde bazı dozer modellerinde diferansiyel dönüş sistemi de kullanılmaktadır. Bu sistem bazı makinalarda standart ve bazılarında ise tercihidir. Bu sistemin getirdiği avantaj ise şanzıman tahrikli paletli makinalarda makinanın kesintisiz dairesel dönüş yapabilmesi ve makina yürüyüşte değilken nokta dönüşü yapabilmesidir (Özyol 2002).

Diferansiyel dönüş sisteminde makinanın arka tarafında nihai tahriklere güç transferi yapan hat üzerinde üç ayrı planet dişli grubu vardır. Bu Dişli Grubuna, kullanımına göre şanzıman çıkışından ve dönüş hidromotorundan tahrik verilmektedir Makina düz ilerlerken dönüş grubuna tahrik sadece şanzıman çıkışından verilir. Makina yürüyüş yapıp dönerken ise tahrik şanzıman çıkışından ve dönüş hidromotorundan aynı anda gelmektedir. Nokta dönüşü sırasında grup tahriğini sadece dönüş hidromotorundan alır. Dönüş dairesinin büyüklüğü ve küçüklüğü hidromotor devri ile doğru orantılıdır. Hidromotorun devri arttıkça makinanın dönüş dairesi küçülür (Caterpillar Inc 2001)



Şekil 2.83. Diferansiyel Dönüş Sisteminin Elemanları 3)Dönüş Hidromotoru Tarafından Tahrik Edilen Pinyon Dişlisi 4) Çevre Dişlisi 5) Taşıyıcı 6) Planet Dişlileri 7) Planet Dişlileri 8A) Güneş Dişlisi 8B) Güneş Dişlisi 10) Ayna Dişlisi 11) Çevre Dişlisi 12) Gövde 13) Taşıyıcı 17) Çevre Dişlisi 22) Taşıyıcı 23) Planet Dişlileri 24) Güneş Dişlisi 25) Merkez Aks 26) Şanzıman Çıkış Pinyon Dişlisi 27) Ayna Dişlisi 28) Dış Aks 29) Ayna Dişlisi Şaftı 30) Dış Aks A) Diferansiyel Dönüş B) Şanzıman Ayna Dişli Seti C) Eşitleyici Planet Grubu (Caterpillar Inc 2001)

Diferansiyel dönüş sistemi bazı dozerlerde standart bazılarında ise tercihi olarak kullanılan bir sistemdir. Diferansiyel dönüş sistemi dozerin dar alanlarda manevra kabiliyetini arttırmaktadır. Bu sistem makinanın sağ ve sol sproketlerinin birbirine göre ters yönde dönmesi ile makinanın bulunduğu yerde nokta dönüşü yapabilmesini sağlamaktadır. Makina düz giderken diferansiyel dönüş sistemi sadece şanzıman çıkış pinyonu tarafından hareket almaktadır. Makina ilerlerken ve aynı zamanda dönüş yaparken diferansiyel dönüş planet dişli grubu aynı anda şanzıman çıkış pinyonu ve diferansiyel dönüş hidromotoru tarafından hareket alır. Makinanın dönüş dairesinin çapı

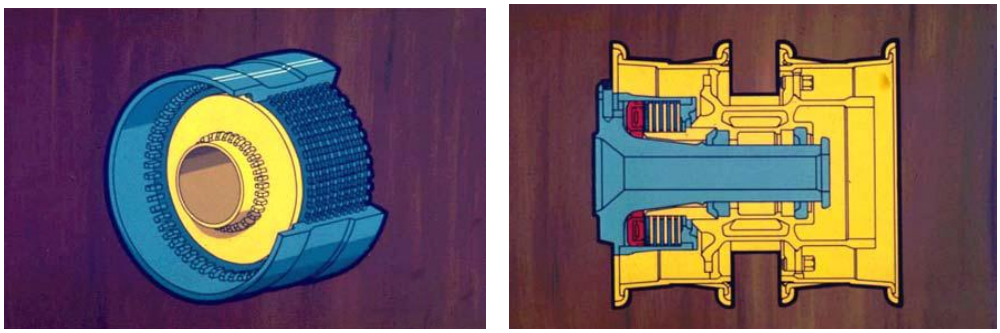
dönüş motorunun devri ile doğru orantılıdır. Motor devri arttıkça makina daha küçük dairede döner. Diferansiyel dönüş cer grubunun sadece hidromotor tarafından hareket alması durumunda bir sproket ileri ve diğer sproket geri yönde dönerek makina nokta dönüşü yapar (Özyol 2002)

2.1.8. Fren ve Kontrol Sistemleri

İş makinalarında yürümekte olan makinayı kontrollü şekilde durdurma görevini yerine getiren frenler; tertibatlarına ve kontrol sistemlerine göre farklılıklar gösterir. Frenleme tertibatları balatalı kampana tipi frenler, fren pabuçlu diskli (caliper) tip frenler, diskli ve çok diskli frenler olmak üzere gruplandırılırlar. Balatalı kampana tipi frenler günümüzde teddavülde olan iş makinalarının park freni tertibatında kullanılmaktadır. Calipper tipi, diskli veya çok diskli frenler ise servis freni olarak kullanılır. (Komatsu 2007)

Şekil 2.84. Balatlı Kampana Tipi Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001)

Şekil 2.85. Calipper Tipi Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001)



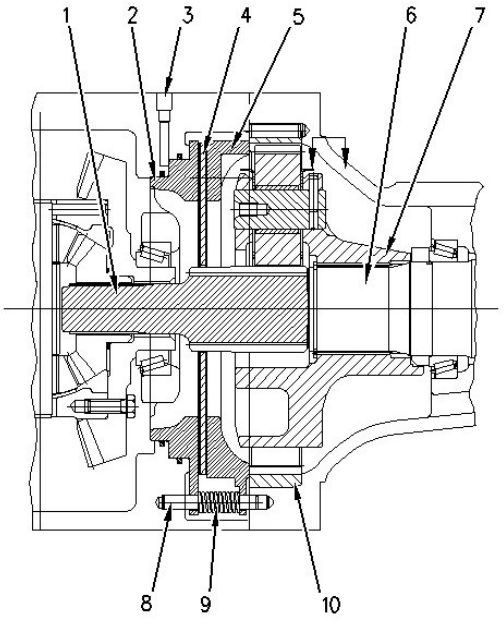
Şekil 2.86. Çok Diskli Tip Fren Tertibatı (Caterpillar Inc 2001)

Fren Kontrol Sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Tam Hava Kontrollü (Pnömatik) fren sistemleri. Örneğin greyder fren kontrol sistemleri
- Hava ve hidrolik kontrollü fren sistemleri. Günümüzde bu tip sistemler sadece büyük kaya kamyonlarında kullanılmaktadır. Bu sistemler önceleri de lastikli yükleyicilerde kullanılmaktaydı.
- Tam hidrolik kontrollü fren sistemleri. Örneğin CAT 928G, 938G, 950G lastikli yükleyiciler (Komatsu 2007)

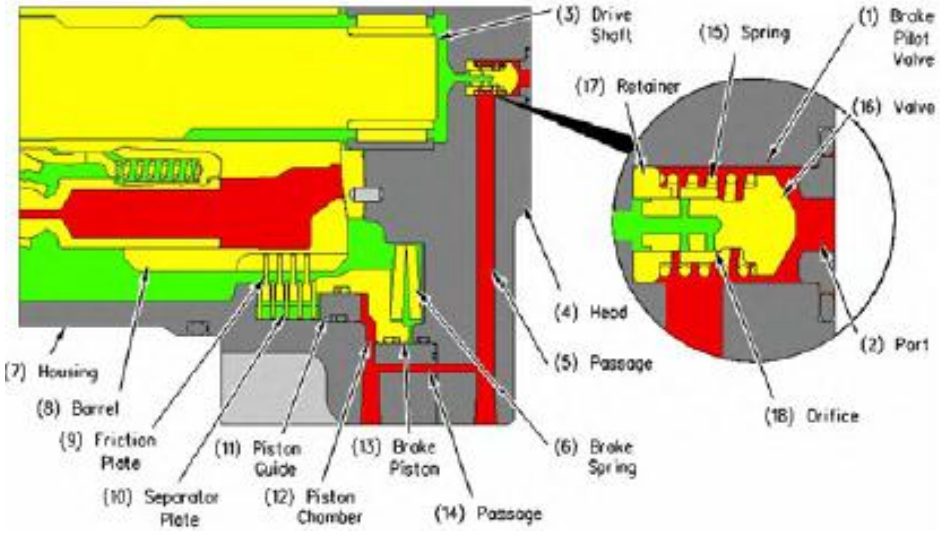
İş makinalarında servis freni ve park freni olmak üzere iki ayrı frenleme düzeni bulunur. Hareket halindeki makinayı yavaşlatmak ve gerektiğinde durdurmak için servis frenleri kullanılır. Park freni ise hareketsiz durumda olan makinanın bulunduğu yerden dış etkenler sebebi ile hareket etmemesi ve olduğu yerde sabit durumda kalması için kullanılır. Makina kullanımında hareket halindeki makinanın park freni ile yavaşlatılması park fren düzenine zarar verir. Orta ve küçük boy lastikli yükleyicilerde servis frenleri aksların içinde diferansiyele yakın yerleştirilmiştir. Park freni genelde ön şaft tahrik hattı üzerine yerleştirilmektedir. Park freni yay basıncı ile kavrama, yağ basıncı ile çözülür (Özyol 2002).

.



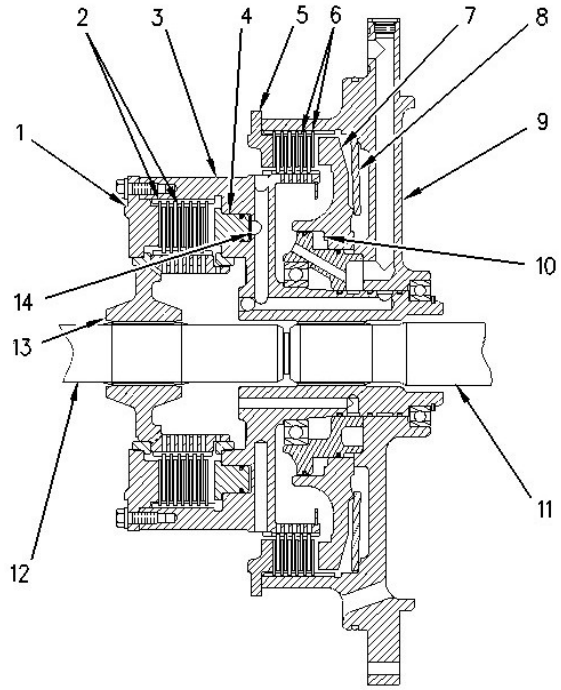
Şekil 2.87. Servis Freni 1) Güneş Dişlisi 2) Fren Pistonu 3) Servis Freni Yağ Pasajı 4) Disk 5) Pleyt 6) Aks 7) Planet Taşıyıcısı 8) Pimler (3 adet) 9) Yaylar (3 adet) 10) Çevre Dişlisi (Caterpillar Inc 2001)

Ekskavatörlerde servis frenleri çok diskli kavrama tipidir. Bu makinalarda fren yay baskısı ile kavrama sağlanır ve bu kavrama yağ basıncı ile çözülür. Diskler hidromotor bareli üzerindeki dış frezelere geçmiş durumdadır. Pleytler ise hidromotor kovanındaki frezelere geçip sabitlenmişlerdir. Fren pistonu yay baskısı ile kavrama grubunu bir araya sıkıştırır ve hidromotor bareli sabit duruma geçerek makine fren durumuna geçer. Fren çözülmesi sırasında fren pistonuna gelen yağ basıncı pistonu yaylara karşı iterek kavramaları serbest bırakır ve fren çözülür (Komatsu 2007).

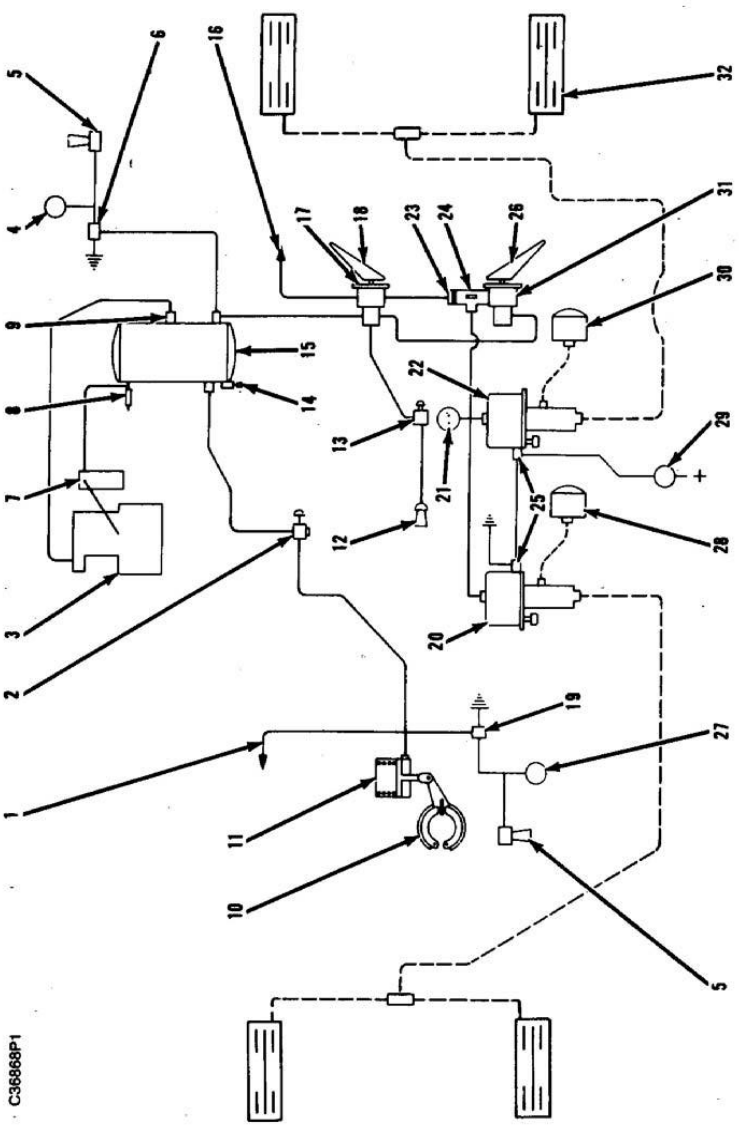


Şekil 2.88. Ekskavatör Yürüyüş Hidromotorundaki Fren Düzeni 1) Fren Pilot Valfi 2) Yağ Giriş Portu 3) Hidromotor Tahrik Şaftı 4) Motorun Kapak Kısmı 5) Pasaj 6) Fren Yayı 7) Hidromotor Kovanı 8) Barel 9) Sürtünme Plakası 10) Ara Plakası 11) Piston Klavuzu 12) Piston Odası 13) Fren Pistonu 14) Pasaj 15) Yay 16) Fren Kavrama Hızı Yavaşlatma Valfi 17) Tutucu 18) Orifis (Caterpillar Inc 2001)

Dozerlerdeki fren tertibatı çok diskli kavramalı olup yay baskısı kavramalı ve yağ basıncı çözülmelidir. Dozerlerde fren grubu nihai tahriğe giden güç transfer hattı üzerine yerleştirilmiştir. Frenleme sırasında çok diskli frenler yay baskısı ile kavrama yaparak güç transfer hattı üzerindeki iç şaftı sabitler ve böylece makina frenlenmiş olur. Dozerlerde fren kavrama grubu hem servis freni ve hem de park freni görevini yapmaktadırlar (Özyol 2002).



Şekil 2.89. Dönüş Kavraması Dayanağı 2) Dönüş Kavramasının Pleytleri ve Diskleri 3) Dış Tanbur 4) Kavrama Pistonu 5) Fren Kavrması Dayanağı 7) Fren Pistonu 8) Fren Kavraması Yayı 9) Fren Kavraması Muhafazası 10) Yağ Dolum Odası (fren çözme basıncı) 11) Dış Aks Şaftı 12) İç Aks Şaftı 13) Güç Giriş Göbeği 14) Yağ Dolum Odası (dönüş kavraması basıncı) (Komatsu 2007)



Şekil 2.90. Hava ve Hidrolik Kontrollü Fren Devresi 1) Şanzıman Nötrleme Grubuna Giden Hat 2) Park Fren Kontrol Valfi 3) Hava Kompresörü 4) Fren Hava Basıncı alarm İndikatörü 5) Sesli Alarm 6) Tekerlek Frenleri Hava Basınç Switchi 7) Hava Kompresörü Regülatörü 8) Tank Hava Basıncı Sınırlama Valfi (Komatsu 2007)

2.1.9. Hidrolik Kontrollü Fren Sistemi

Fren sistemi, hidrolik kontrollü bir sistemdir. Pilot / fren pompasından çıkan yağ, fren akümülatörleri şarj valfine gider. Şarj valfindeki şarj kontrol spoolu, fren ve pilot devresi için ihtiyaç fazlası olan pompa yağını hidrolik tanka yöneltir. Şarj kontrol spoolundan geçen yağ, bir akış kontrol orifisinden ve tek yönlü çek valften geçerek ters hareketli mekik valfine ulaşır. Mekik valfi devrede bulunan her iki fren akümülatörünün şarj olmasını sağlamaktadır. Şarj valf grubunda bulunan cut-in / cut-out spoolu akümülatörlerin şarj olmaya başlama ve şarj kesme noktalarını kontrol eder. Şarj valf grubunda bulunan basınç sınırlama valfi, fren / pilot pompasından fren devresine gelen hatta basınç sınırlaması yapmaktadır. Akümülatör hattındaki maksimum basınç cut-in / cut-out spoolu tarafından sınırlanmaktadır. Gerektiğinde bu spoolu iten yayın ayar vidasından ayarlama yapılır. Tekerlek frenlerine giden hat basıncı ayak fren valfi tarafından ayarlanmaktadır. Buradaki basınç ayak fren pedalına basma şiddeti ile doğru

orantılıdır. Akümülatör şarj valfi üzerindeki düşük basınç switchi, fren akümülatörlerini besleme hattındaki basınç düştüğünde açar ve operatör kontrol panelinde fren ikaz lambası yanar (Caterpillar Inc 2001).

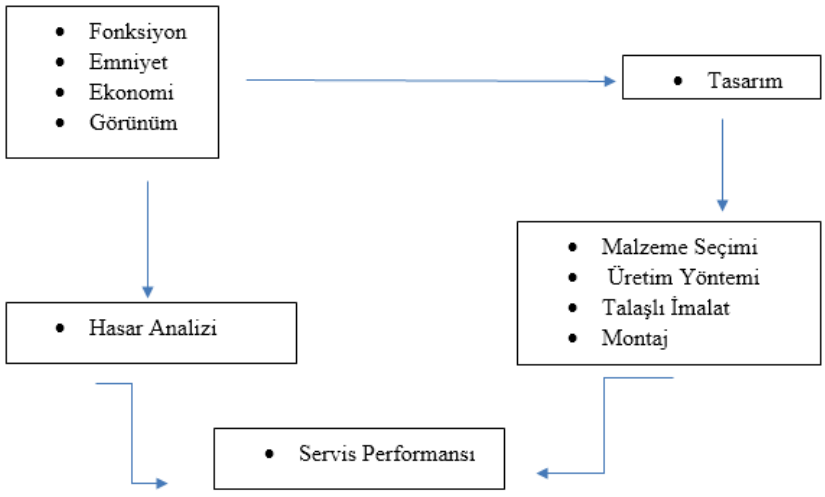
2.2. Hasar Analizi

Hasar : Hasar Ansiklopedik olarak herhangi bir olayın yol açtığı zarar denir. Bir parça veya sistem aşağıdaki durumlarda fonksiyonunu yitirir (Kayalı vd. 1997).

- Tamamen kullanılmaz olur
- Kullanılabilecek Durumdadır , fakat yeterli ölçüde performans gösteremez
- Hasar ciddi olabilir ve kulanılması tehlikeli durumlara neden olabilir Fonksiyonunu yitiren bu parça ve sistemler bütünü tamir edilerek veya yenisi ile değiştirilerek oluşan yada oluşabilecek hasar durumu ortadan kalkar

İktisadi kaynaklara göre ise hasar bir malda , kırılm , dökülme , bozulma gibi istek dışı nedenlerle ortaya çıkan zarar anlamına gelmektedir (Kayalı vd. 1997).

Hasar Analizi: Hasar analizi, hasar mekanizmasını ve kök nedeni belirlemek için yapılan kapsamlı incelemedir. Ürünün ideal durumu ile mevcut durumu arasındaki farkları gösterir. Bu yöntemde, bileşenleri davranışları baz alınarak, iyileştirici çözümler geliştirilir. Kök neden analizi, veri toplama ve analiz etmeyi, iyileştirici ve/ veya önleyici aksiyonlar almayı, veriyi sunmayı ve pratik öneriler oluşturmayı içerir. Yüzey analizlerini kapsar. İyileştirme, onarım, gelecekteki olası hasarları engelleme ve disiplinlerarası problemlere çözümler getirme amacı ile hasarın kök nedeni üzerine açıklamalar yapılmasına olanak tanır. Benzer hasarları engelleme, büyük kazalar için erken uyarıda bulunma ve beklenmedik şekilde faaliyeti durdurma gibi konularla ilgili maliyet düşürmeyi de kapsar.Kısacası hasar analizi; olası kazaları önleyip kalite ve güvenliği arttırmayı amaçlar (Anonim 1).



Şekil 2.91. Hasar Analizinde Kademeler (Ay,2004)

Hasar Sebepleri ve Mekanizmaları:

- Metal Yorulması
- Üretim Aşamasından Kaynaklanan Hatalar
  - ✓ Döküm
  - ✓ Metal dışı kalıntılar
  - ✓ Isıl işlem
  - ✓ Hadde
  - ✓ Hatalı montaj vb. hatalar
- Sürünme (Yüksek sıcaklık) hasarları
- Korozyon hasarları (Genel korozyon, Gerilimli Korozyon Çatlaklar)
- Hidrojen gevrekliği
- Aşırı yükleme hataları (Anonim 2)

Genellikle imalat, inşaat ve alt yapı, metalürji, yenilenebilir enerji, maden, demiryolu, havacılık, tıp, elektronik ve kimya endüstrilerinde sıkla karşılaşılan hasar nedenleri Çizelge 2.1ve hasar mekanizmaları Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Hasar Nedeni İstatistik Tablosu (Kayalı vd. 1997)

Hasar Nedeni	**%**
Hatalı Malzeme Seçimi	38
Üretim Hataları	15
Hatalı Isıl İşlemler	15
Mekanik Tasarım Hataları	11
Öngörülemeyen Uygulama Hataları	8
Çevre Koşulları	6
Yetersiz veya Hiç Muayene Etmemek	5
Malzemeleri Karıştırmak	2

Çizelge 2.2 Hasar Mekanizması İstatistik Tablosu (Kayalı vd. 1997)

Hasar Mekanizmaları	**%**
Korozyon	29
Yorulma	25
Gevrek Kırılma	16
Aşırı Yükleme	11
Yüksek Sıcaklık Korozyonu	7
Gerilmeli Korozyon	6
Sürünme	3
Aşınma ve Yenme (erozyon)	3

Mühendislik yapılarında karşılaşılan hasarlar; hatalı tasarım veya uygun olmayan malzeme tercihinden, hatalı üretim yönteminden veya çevre koşullarının malzemeye olumsuz etkisinden kaynaklanmaktadır. Belirtilen faktörler Çizelge 2.2, Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4 'belirtilen etmenler doğrultusunda gerçekleşmektedir. Bu belirtilen faktörler tek başına birer hasar etmeni olabileceği gibi, birden fazla faktörde hasarın oluşum etmenleri arasında yer alabilir (Kayalı vd. 1997).

Çizelge 2.3 Hatalı üretim ve fabrikasyon işlemlerinden kaynaklanan hatalar (Kayalı vd. 1997)

Sünek hasar (aşırı elastik veya plastik deformasyon, yırtılma veya sünek kırılma)
Gevrek kırılma (gerilme yoğunlaşmasına neden olan kritik boyuttaki süreksizlik ve çatlaklar)
Yorulma (çevrimsel yükleme, çevrimsel deformasyon, ısıl çevrim, yuvarlanmalı sürtünme aşınması)
Yüksek sıcaklık hasarı (sürünme, oksitlenme, lokal ergime, çarpılma)
Gecikmeli statik yükleme kırılması (hidrojen gevrekliği, ortam koşullarının etkisiyle yavaş çatlak ilerlemesi)
Aşırı gerilme yoğunlaşması içeren tasarım (sert köşeli, kompleks şekilli ve çentikli tasarım)
Kompleks bir parçada gerilme analizinin doğru yapılmaması
Tasarımın, çevre koşullarında ortaya çıkabilecek muhtemel hasarlarla ilgili malzeme özellikleri göz önüne alınmaksızın sadece çekme deneyi ile belirlenen özelliklere göre yapılması

Çizelge 2.4 Hatalı üretim ve fabrikasyon işlemlerinden kaynaklanan hatalar hatalar (Kayalı vd. 1997)

Kimyasal bileşim kusurları (kalıntılar, gevrekliğe neden olan emprüriteler, yanlış malzeme seçimi)
Döküm hataları (segregasyon, porozite, cüruf ve metalik olmayan kalıntılar)
Mekanik işlem hataları (çatlaklar, yüzey kusurları, katmerleşme, aşırı lokal plastik deformasyon)
Talaşlı imalat hataları (yüzey çizikleri, yanma, yırtılma, çatlama, gevrekleşme)
Kaynak hatları (porozite, kalıntılar, yetersiz ergime, yetersiz nüfuziyet, yanma olukları, çatlaklar)
Isıl işlem hatları (aşırı ısıtma, yanma, su verme çatlakları, tane büyümesi, dekarbürizasyon, çökelme)
Yüzey sertleştirme işlemi hataları, (temizleme, kaplama, kimyasal difüzyon, hidrojen gevrekliği)
Montaj kusurları (parçanın uyumsuz monte edilmesi, montajın temiz koşullarda yapılmaması ve sisteme yabancı madde girmesi, kalıntı gerilme oluşması, parçaların çizilmesi, hasara uğraması)
Anizotropik yapıdan kaynaklanan kusurlaar (mekanik işlem uygulanan parçalarda deformasyona dik yönde düşük süneklik ve tokluk)
Talaşlı imalat hatları (çatlaklar, yüzey kusurları, katmerleşme, aşırı lokal plastik deformasyon)

Çizelge 2.5 Çevre koşullarında malzemenin özelliklerini yitirmesinden kaynaklanan hasarlar (Kayalı vd. 1997)

Aşınma (yenme, boyut değişimi, oyuklanma)
Korozyon (kimyasal etki, gerilmeli korozyon, korozyonlu yorulma, çinko kaybı, dökme demirlerde grafitleşme, atmosferik etki)
Bakım veya tamir kusuru (kaynak, taşlama, perçinleme, delik açma, soğuk düzeltme)
Yüksek sıcaklıklarda kimyasal, sıvı metal veya kaplama işlemi etkileri
Radyasyon hasarı (süreye, sıcaklığa, ortama ve dozaja bağlı)
Kontrol dışı gelişen koşullar (anormal çalışma sıcaklığı, aşırı mekanik titreşim, darbe, ısıl şok)

Hasar Analizinin Kademeleri: Hasara neden olan mekanizmayı belirleyerek, belirli bir çevre koşulları için bu tür hasarın tekrar oluşmasına engel olacak tedbirleri almak ve böylece üretim, malzeme, iş gücü veya iş kazalarını en aza indirgemek amacıyla yapılan hasar analizi; ön inceleme, olay öncesi bilgilerin toplanması, laboratuvar incelemeleri, verilerin analizi ve hasarın değer1endirilmesi aşamalarını kapsar (Kayalı vd. 1997).

Ön İnceleme: Hasar Analizinin ilk aşaması olan çıplak gözle veya büyüteç yardımı ile inceleme aşamasıdır. Parça kırılmış durumda ise, kırık yüzey incelenmeli ve kırılma tipi saptanmalıdır. Bu tespitin yapılabilmesi için kırılma yüzeyinin hasar sonrasında çok iyi korunmuş olması gerekmektedir. Ayrıca parçada aşırı deformasyonun, gerilme yoğunlaşması oluşabilecek bölgelerin veya süreksizliklerin, çatlakların vb. hataların varlığı belirlenmelidir. Ön incelemeler sırasında önemsiz gibi görünen herhangi bir detayın daha sonra önemli olabileceği düşünülerek, hiçbir ayrıntı atlanılmamalıdır. En önemli unsur olan fotoğraf çekimi yapılmalıdır (Kayalı vd. 1997).

Olay Öncesi verilerin toplanması: Bilgilerin toplanması aşamasında, hasara uğrayan parçanın dizaynı, üretimi ve çalışma koşulları ile ilgili bütün bilgilerin teminine çalışılmalıdır. İmalat aşamasında parçaya mekanik, kimyasal veya ısıl işlemlerin uygulanıp uygulanmadığı, uygulandıysa işlem tiplerinin ve uygulama koşullarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca çevre koşullarında parçaya etkiyen yükün veya gerilmenin türü (çekme, basma, kayma) ve yükün uygulanma şekli (tek yönlü, çevrimsel, darbe), parçanın çalışma koşulları (korozif, oksidan) sıcaklık (düşük, yüksek veya oda koşulları) ile parçanın kullanım süresi hakkında da bilgi alınmalıdır (Kayalı vd. 1997).

Laboratuvar İncelemeleri: İdeal olarak bu aşamada, hasara uğrayan parçanın tahribatsız muayenesi (manyetik toz ile muayene, sıvı emdirme yöntemi, elektromanyetik muayene ve ultrasonik muayene), mekanik testler (sertlik deneyi, çekme deneyi, darbe deneyi), mikroskobik incelemeleri (metalografi ve taramalı elektron mikroskobu), kimyasal analizi ve boyut kontrolü yapılmalıdır. Ancak, hasar sebebinin belirlenmesinde bu incelemelerin hepsinin yapılmasına gerek kalmayabilir. Yukarıda belirtilerin testlerin bir veya birkaçı gerekli problemin tespitinde yeterli olacaktır (Kayalı vd. 1997).

Verilerin Analizi ve Hasarın Değerlendirilmesi: Bu aşamada ön inceleme, olay öncesi bilgilerin toplanması ve laboratuvar incelemeleri aşamalarında elde edilen bulgular ışığında; dizayn, üretim, malzeme özellikleri, ortam koşulları ve çalışma yükü göz önüne alınarak hasar mekanizması ve sebebi belirlenir (Kayalı vd. 1997).

Hasar Analiz Raporunun Oluşturulması: Hasara analizinin en son safhasını hasar analiz raporunun yazılması oluşturmaktadır. Yazılacak olan rapor; açık, anlaşılır ve tutarlı olmalıdır. Hasar analiz raporu şu temel bölümlerden oluşur:

- Hasara uğrayan elemanın tanımı,
- Hasar sırsında çevre koşulları ve çalışma şartları,
- Hasar öncesi çalışma geçmişi,
- Elemanın imalat ve işlem geçmişi,
- Hasarın mekanik ve metalürjik etüdü,
- Kalitenin metalürjik değerlendirmesi,
- Hasara neden olan mekanizmaların önlenmesi,

- Benzer hasarların önlenmesi ve halen çalışmakta olan benzer elemanların düzeltilmesi için tavsiyeler (Eryürek 1993)

İş Makineleri Araç Göstergeleri, Arıza sebepleri ve sonuçları, Arıza Kodları:

1. **Planlı Göstergeler:** Araç içinde bulunan gösterge panosunun iş bölümü Çizelge 2.6'da gösterildiği gibidir:

Çizelge 2.6. Planlı Göstergeler (Anonim 3)

Planlı Göstergeler	**Açıklama**
S.O.S servisleri	**S.O.S servisler, iç parçalardaki aşınma ve olası arızalara yönelik en iyi görüşü sağlar.**
Çalışma Saati	**Kullanma ve Bakım Kılavuzu, çalışma saatine dayalı olarak bakıma yönelik genel bilgiler sağlar.**
Deneyim-Gözlemleme ve Tartışma	**Makinenizin operatörüyle konuştuğunuzda birçok olası parça sorunu ortaya çıkabilir.**
Servis Geçmişi	**Servis geçmişi, düzenli bakımın ne kadar sıklıkta gerçekleştirildiğini gösterir.**
Yakıt tüketimi	**Bir ekipman parçası, idealden daha düşük verimlilikte çalıştığında bunu gösterir.**
Saha Çalışmaları Bakım Çalışanı	**Müşterilerin kullanma ve bakım uygulamalarını değerlendiren ve parça ömrüne yönelik tahminler sağlayan bir yazılımdır.**

İş makinelerinde oluşabilen problemler doğrultusunda elektronik gösterge panosunun belirmiş olduğu hasarlar, olası nedenleri, seçenekler, S.O.S göstergesi ve olası yorumlar anlatıldığı Çizelge 2.7, 2.8, 2.9, 2.9, 2.10 belirtildiği gibidir (Anonim 3).

2.2. Motor Göstergeleri

Çizelge 2.7 Motor Göstergeleri (Anonim 3).

Sorun Göstergesi	Olası Nedenler	Seçenekler	S.O.S Göstergesi	Olası Yorumlar
Tam Yükle Çalışma Sırasında Aşırı Oranda Siyah Duman (Sıcak, Yanmamış Yakıt)	• Kirli ana/yardımcı hava filtresi • Çok yüksek viteste kullanma • Aşırı yakıt sağlama • Aşırı Yükleme	• Arızalı Turboşarj • Teknik Analiz-İnceleme • Müşteri/Temsilci Tartışması	**Kurum, Fe, Cr, Al**	• KirliHava Filtresi • Piston Halkaları • Kaplamalar
Yakıt Tüketiminde Artış	• Arızalı Yakıt memeleri • Arızalı turboşarj • Kirli Hava Filtresi • Yanlış Ayar noktası • Yakıt sızıntısı	• Teknik Analiz-İnceleme • Müşteri Temsilci Tartışması • Ayarlama	**Belirgin yakıt kirliliği, azalan viskozite**	• Enjektörlerden yağa giden yakıt sızıntısı • Yağ katkı maddesinin kesilmesi
Mavi Duman (Yağ Tüketimi)	• Aşınmış turboşarj keçeleri • Aşınmış halkalar/kaplamalar • Aşınmış valf kılavuzları • Motor saati	• S.O.S Sıvı Analizi • Parça inceleme/ Onarma • Onarım belirleme-İnceleme • Müşteri/Temsilci Tartışması	**Fe, Cr**	• Kırık veya sıkışmış piston halkaları • Eterin harekete geçmesi • Çok soğuk veya sıcakken çalıştırma • Kırık yağ fıskiyesi
Beyaz Duman (Buhar Yanma Odasında Su)	• Çatlak Kapak veya Kaplamalar • Sızıntı yapan kapak contası	• Teknik Analiz-İnceleme	**Belirgin soğutucusu sıvı kirliliği, Na, K , Si, Cu**	• Soğutucu Sıvı girişi
BeyazDuman (Çalıştırıldığında Yanmamış Yakıt)	• Yanlış çalıştırma prosedürü • Yanlış yakıt enjektör zamanlaması • Arızalı enjektör	• Müşteri/Temsilci Tartışması • Ayarlama	**Belirgin yakıt kirliliği, azalan viskozite**	• Enjektörden yağa giden yakıt sızıntısı • Yağ katkı maddesinin kesilmesi
Yağ tüketiminde Artış (aşırı oranda kaçak)	• Aşınmış veya kırılmış halkalar/ kaplamalar • Aşınmış turboşarj keçeleri • Aşınmış valf klavuzları • Motor saati	• S.O.S sıvı analizi • Parça inceleme/ Onarma • Onarım • Belirleme İnceleme • Müşteri/temsilci tartışması	**Fe, Cr**	• Kırık veya sıkışmış piston halkaları • Eterin harekete geçmesi • Çok soğuk veya sıcakken çalıştırma • Kırık yağ fıskiyesi
Anormal Sesler	• Arızalı yakıt memeleri / enjektörler • Arızalı turboşarj • Aşınmış piston pimi burçları • Aşınmış kol/ana yataklar • Çok fazla valf boşluğu	• Teknik Analiz – İnceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri/Temsilci tartışması • Ayarlama • Parça inceleme – Onarma	**Belirgin yakıt kirliliği, azalan viskozite, Cu, Pb, Al**	• Enjektörden yağa giden yakıt sıkıntısı • Yağ katkı maddesinin kesilmesi • Kol halkası burcu • Piston pim burcu • Alt kol yatakları

Çizelge 2.7'nin devamı

Güç Eksikliği	• Yanlış regülatör bağlantı ayarı • Arızalı yakıt memeleri / enjektörleri • Tork konventöründe kayma • Yanlış ayar noktası • Kirli yakıt filtresi • Kirli hava filtresi • Düşük kaliteli yakıt	• Teknik Analiz/inceleme • Müşteri/Temsilci tartışması • Ayarlama	**Kurum, Fe, Cr**	• Kirli hava filtresi • Düşük kaliteli hava • Piston halkaları ve kaplamalar
Aşırı Isınma	• Arızalı sıcaklık regülatörü • Yanlış ayar veya aşınmış kayışlar /kasnaklar • Yanlış operatör tekniği • Tıkanmış radyatör peteği, • Düşük soğutucu sıvı seviyesi • Kirli hava filtresi	• Teknik Analiz/ inceleme • Müşteri / Temsilci Tartışması • Soğutma sistemin bakımı	**Oksitlenme artışları, Fe, Pb, Al, Cu, kurum**	• Kaplama • Dişliler • Valf mekanizmasında aşınma • Yataklar • Soğutucu petek filtrelemesi • Kirli hava filtresi
Zor Çalıştırma (Motorun Teklemesi)	• Arızalı yakıt memeleri / enjektörleri • Yanlış çalıştırma tekniği • Aşınmış yakıt enjektörü pompası • Düşük marş basma hızı • Düşük kaliteli yakıt (Yakıtta düşük setan oranı veya su)	• Müşteri/ Temsilci tartışması • Ayarlama	**Kurum, Fe, Cr**	• Kirli Hava filtresi • Düşük kaliteli yakıt • Piston halkaları ve kaplamalar
Yağ Seviyesi – Aşırı Dolum	• Kartere giden soğutucu sıvı / yakıt sızıntısı • Yanlış yağ doldurma işlemleri	• S.O.S Sıvı Analizi • Müşteri/ Temsilci Tartışması	**Belirgin soğutucu sıvı kirliliği, Na, K, Si, Cu**	• Soğutucu Sıvı Girişi
Yağ filtesinde Toz	• Kartere giden soğutucu sıvı / yakıt kaçağı • Yağ değiştirme süresi uzatılmış • Hasarlı yataklar • Yanlış yağ kullanılmış • Toprak girişi	• S.O.S sıvı analizi • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Belirgin soğutucu sıvı kirliliği, belirgin yakıt kirliliği, oksitlenme artışları, Si, Al**	• Soğutucu sıvı girişi • Enjektörden yağa giden yakıt sızıntısı • Aşırı ısınma • Toprak bulaşması

2.3.Nihai Tahrik Göstergeleri

Çizelge 2.8 Nihai Tahrik Göstergeleri (Anonim 3).

Sorun Göstergesi	Olası Nedenler	Seçenekler	S.O.S Göstergesi	Olası Yorumlar
Fren Kayması	• Aşınmış plakalar ve diskler • Yanlış yağ kullanılmış • Ayarı bozulmuş bağlantı	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Sl artışı, (Ca, P, Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi**	• Aşınmış disk • Aşınmış plaka • Yanlış yağ kullanılmış
Anormal Sesler	• Aşınmış plakalar ve diskler • Toprak girişi • Düşük sıvı seviyesi	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Si, Al, Fe**	• Toprak girişi • Aşınmış disk • Aşınmış plaka
Aşırı ısınma	• Yanlış yağ kullanılmış • Düşük sıvı seviyesi • Aşınmış veya hasarlı keçeler	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Oksitlenme artışı, Su, Fe, Na, viskozite artışı**	• Yanlış yağ kullanılmış • Düşük sıvı seviyesi • Su girişi
Manyetik Tapada Kir	• Toprak girişi • Yanlış yağ kullanılmış • Yağ değiştirme süresi uzatılmış • Disk bozulması • Aşınmış dişliler / yataklar	• S.O.S Servisleri • Müşteri / Temsilci tartışması	**(Si, Al), Fe, Cr, oksitlenme, viskozite artışı, (Al, Cu, Fe)**	• Toprak girişi • Aşınmış dişliler / yataklar • Manşon burcu aşınması
Titreşim	• Dişli arızası • Zincir dişli arızası • Yatak arızası	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Fe, Cr, (Si, Al), (Cu, Pb)**	• Dişli arızası • Yatak arızası • Toprak girişi • Baskı rondelası arızası
Sızıntılar	• Aşınmış, sert, çatlak keçeler • Zincir dişli arızası • Yatak arızası	• Onarım belirleme – tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Si, Al, Cr**	• Aşınmış keçelerden toprak girişi • Yatak arızası

2.4.Şanzıman Göstergeleri

Çizelge 2.9 Şanzıma Göstergeleri (Anonim 3)b

Sorun Göstergesi	Olası Nedenler	Seçenekler	S.O.S Göstergesi	Olası Yorumlar
Duraksama / Kayma	• Aşınmış plakalar ve diskler • Ayarı bozulmuş bağlantı • Düşük sıvı seviyesi • Bağlantı serbest değil • Yanlış basınç ayarı • Yanlış yağ kullanılmış	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Si artışı Fe artışı, (Ca, P, Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi**	• Aşınmış disk • Aşınmış plaka • Yanlış yağ kullanılmış
Anormal sesler	• Aşınmış dişliler / yataklar • Toprak girişi • Havalandırma / oyuk • Düşük sıvı seviyeleri	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Fe, Cr, (Si, Al), (Ca, P, Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi, oksitlenme artışları, viskozite artışları**	• Dişliler • Yataklar • Hava deliğinden toprak girişi • Düşük sıvı seviyeleri
Titreşim	• Bükük / hasarlı tahrik şaftı • Dişli arızası • Yatak arızası	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Fe, Cr**	• Bükük tahrik şaftı • Dişli arızası • Yatak arızası
Aşırı Isınma	• Toprak girişi • Yanlış yağ kullanılmış • Yağ değiştirme süresi uzatılmış • Disk bozulması • Aşınmış dişliler / yataklar	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S servisleri	**Oksitlenme artışı, soğutucu sıvı kirliliği (Na, K, Si, Cu) viskozite artışı, (Si, Al); (Ca , P, Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi , Fe , Cr**	• **Uzatılmış tahliye aralığı** • **Soğutucu sıvı girişi** • **Yanlış yağ kullanılmış** • **Aşınmış dişliler / yataklar**
Filtrede veya Manyetik Süzgeçte Toz	• Toprak girişi • Yanlış yağ kullanılmış • Yağ değiştirme süresi uzatılmış • Disk bozulması • Aşınmış dişliler / yataklar	• S.O.S Servisleri • Müşteri / Temsilci Tartışması	**(Si, Al), (Ca , P , Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi , Fe , Cr**	• Toprak girişi • Yanlış yağ kullanılmış • Aşınmış dişliler / yataklar
Sızıntılar	• Aşınmış, sert, çatlak keçeler	• Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**(Si,Al)**	• Keçelerden toprak girişi

2.5.Diferansiyel Göstergeleri

Çizelge 2.10 Diferansiyel Göstergeleri (Anonim 3)

Sorun Göstergesi	Olası Nedenler	Seçenekler	S.O.S Göstergesi	Olası Yorumlar
Bükük veya Hasarlı Hatlar	• Dış Hasar	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Geçerli değil**	• Geçerli değil
Anormal Sesler (Düz yönde hareket ederken)	• Aşınmış dişliler / yataklar • Halka ve pinyonun ayarlanması gerekiyor • Toprak girişi • Düşük sıvı seviyesi	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Fe, Cr, (Si, Al) oksitlenme viskozite artışı**	• Aşınmış dişliler / yataklar • Toprak girişi • Düşük sıvı seviyesi
Anormal Sesler (Dönüş yaparken)	• Aşınmış diferasiyel muhfazası grubu • Aşınmış istavroz dişlileri	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Fe**	• Aşınmış dişliler • Aşınmış istavroz dişlileri
Titreşim	• Dişli arızası • İstavroz dişli arızası • Diferansiyel arızası • Yatak arızası • Bükük / hasarlı tahrik şaftı	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**Fe, Cr**	• Dişli arızası • İstavroz dişli arızası • Yatak arızası
Sızıntılar	• Aşınmış / hasarlı keçeler (pinyon / diferansiyel) • Aşınmış yataklar	• Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması	**(Si, Al, Cr)**	• Keçelerden toprak girişi • Aşınmış yataklar
Manyetik Tapada Kir	• Kir girişi (toprak/ kir) • Yağ değiştirme süresi uzatılmış • Yanlış yağ kullanılmış • Aşınmış dişliler / yataklar	• S.O.S Servisleri • Müşteri / Temsilci Tartışması	**(Si, Al), Fe, Cr oksitlenme viskozite artışı**	• Toprak girişi • Aşınmış dişliler / yataklar • Yağ değiştirme süresi uzatılmış
Aşırı ısınma	• Yanlış yağ kullanılmış • Düşük sıvı seviyesi • Aşınmış veya hasarlı keçeler	• Teknik Analiz / inceleme • Onarım Belirleme – Tartışma • Müşteri / Temsilci Tartışması • S.O.S Servisleri	**Oksitlenme artışı (Ca, P, Zn) seviyelerinin eğilim dışında değişimi, Su, Fe, Na, viskozite artışı**	• Yanlış yağ kullanılmış • Düşük sıvı seviyesi • Su Girişi

2.6.Hidrolik Göstergeleri

Çizelge 2.11. Hidrolik göstergeleri (Anonim 3)

Sorun Göstergesi	Olası Nedenler	Seçenekler	S.O.S Göstergesi	Olası Yorumlar
Sızıntılar	• Sistem basıncı çok yüksek • Sıyrılmış / bükülmüş silindir kolu • Arızalı veya yanlış keçeler • Yanlış torka sıkıştırılmış hortum bağlantısı • Aşınmış veya hasarlı hortumla, borular ve bağlantılar • Eksik korumalar	• Teknik Analiz-İnceleme II • S.O.S Servisleri • Hortum Servisi	**Cr, (Si, Al)**	• Sıyrılmış silindir kolu • Silecek keçelerinden toprak girişi
Aşırı silindir kayması	• Valf ayarı gerekliliği • Sıyrılmış silindir • Arızalı keçe veya keçeler • Sıyrılmış valf • Kirlenmiş yağ	• Ölçümde kayma • Teknik Analiz-İnceleme II • S.O.S Servisleri	**Cr, (Si, Al)**	• Sıyrılmış silindir kolları • Silecek keçelerinden toprak girişi
Yavaş çevrim süreleri	• Motor performansı • Arızalı valf • Düşük sıvı seviyesi • Aşınmış sistem parçaları • Kirlenmiş yağ	• Teknik Analiz-İnceleme II • S.O.S Servisleri	**Oksitlenme artışları, (Si, Al)**	• Düşük sıvı seviyesi • Toprak girişi
Gürültülü Çalışma	• Motor performansı • Düşük sıvı seviyesi • Sistemde kısıtlama • Havalandırma • Aşınmış sistem parçaları • Arızalı düşürme valfi	• Teknik Analiz-İnceleme II • S.O.S Servisleri • Pompa oyuğu • Gevşek veya arızalı yatak	**Oksitlenme artışları, (Cu, Cr, Fe), (Cu, Fe, Al)**	• Düşük sıvı seviyesi • Kanat pompası • Piston pompası
Sistem aşırı ısınması	• Arızalı yağ soğutucusu • Düşük sıvı seviyesi • Tıkalı filtre • Aşınmış sistem parçaları • Arızalı düşürme valfi • Yanlış viskozite veya kirlenmiş yağ • Sistemde kısaltma • Kötü operatör alışkanlıkları	• Teknik Analiz-İnceleme II • S.O.S Servisleri	**Belirgin soğutucu sıvı kirliliği (Na, K, Cu), (Si, Al), oksitlenme artışları, viskozitenin eğilim dışında gelişimi**	• Soğutucu petekten soğutucu sıvı girişi • Yanlış viskozite yağı • Düşük sıvı seviyesi
Gevşek silindir mafsalları	• Aşınmış kol veya silindir halkası/burcu • Zayıf yağlama • Yanlış PM (periyodik bakım programı)	• Parça inceleme / onarma	**Geçerli değil**	• Geçerli değil
Hortumda kabarcıklar veya aşınma	• Kaplama malzemesinde pim deliği sızıntıları • Yetersiz hortum yönlendirmesi	• Teknik Analiz-İnceleme II • Hortum değiştirme	**Geçerli değil**	• Geçerli değil
Aşırı hortum hareketi	• Hortumun yanlış kelepçelenmesi veya yönlendirmesi	• Uygun klips ve tel bağlar kullanma	**Geçerli değil**	• Geçerli değil

2.7.Hata Kodları

İş makinelerinde çok sık karşılaşılan hata kodlarına örnekler Çizelge 2.12'de belirtildiği gibidir.

Çizelge 2.12. Elektronik hata kodları (Komatsu 2007)

OPERATÖR KODU	SERVİS KODU	ARIZA YERİ	AÇIKLAMA
E11	CA115	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Ne ve/veya G sensöründe ya da hattında arıza
E11	CA122	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Şarj hava basınç sensör hattı yüksek voltaj arızası
E11	CA123	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Şarj hava basınç sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA135	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Motor yağ basınç sensör hattı yüksek voltaj arızası
E15	CA141	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Motor yağ basınç sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA144	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Motor suyu hararet sensör hattı yüksek voltaj arızası
E15	CA145	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Motor suyu hararet sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA153	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Şarj hava sıcaklık sensör hattı yüksek voltaj arızası
E15	CA154	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Şarj hava sıcaklık sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA187	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	5V besleme voltajı (motor beyninden gelen) düşük arızası
E15	CA221	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Çevre (rakım) basınç sensör hattı yüksek voltaj arızası
E15	CA222	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Çevre (rakım) basınç sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA227	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	5V besleme voltajı (motor beyninden gelen) yüksek arızası-2 numaralı besleme hattı
E15	CA238	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Ne hız sensörü besleme hattında (5V) yüksek voltaj arızası
E15	CA263	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Yakıt sıcaklık sensör hattı yüksek voltaj arızası
E15	CA265	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Yakıt sıcaklık sensör hattı düşük voltaj arızası
E11	CA271	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Yüksek basınç pompasının PCV1 solenoid hattında kısa devre
E11	CA272	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Yüksek basınç pompasının PCV1 solenoid hattında kopukluk /açık devre
E11	CA273	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	PCV2 solenoid hattında kısa devre
E11	CA274	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	PCV2 solenoid hattında kopukluk/açık devre
E11	CA322	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	1 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)
E11	CA323	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	5 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)
E11	CA324	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	3 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)
E11	CA325	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	6 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)

Çizelge 2.13. Komatsu SAA6D107E1 / SAA6D114E-3 / SAA6D125E-5 serisi motorlar için elektrik arıza kodu listesi (Komatsu 2007)

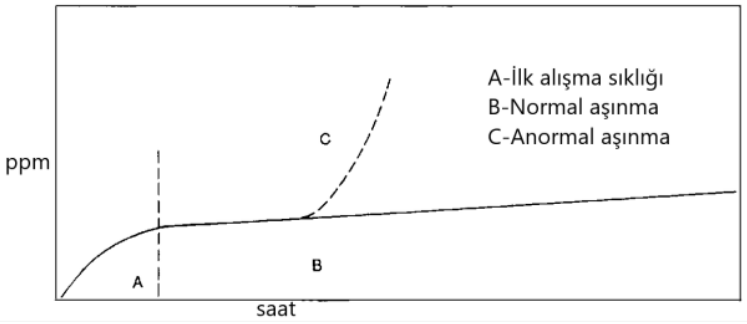
OPERATÖR KODU	SERVİS KODU	ARIZA YERİ	AÇIKLAMA
E11	CA331	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	2 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)
E11	CA332	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	4 numaralı enjektör SOLENOİD hattında kısa devre/kopukluk (mekanik arıza aramayın)
E15	CA352	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	5V besleme voltajı (motor beyninden gelen) düşük arızası- 1 numaralı besleme hattı
E15	CA386	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	5V besleme voltajı (motor beyninden gelen) yüksek arızası- 1 numaralı besleme hattı
E11	CA449	MOTOR	Common rail yakıt basıncı çok yüksek arızası
E11	CA451	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Common rail basınç sensör hattı yüksek voltaj arızası
E11	CA452	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Common rail basınç sensör hattı düşük voltaj arızası
E15	CA553	MOTOR	Common rail yakıt basıncı yüksek arızası
E15	CA559	MOTOR	Common rail yakıt basıncı düşük (Filtreler kontrol edilecek-Geri dönüş testleri yapılacak)
E11	CA689	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Ne hız sensörü hattında hata (CA238 gibi sadece besleme hattını kontrol etmeyin)
E11	CA731	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Bkup hız sensörü faz hatası (Bu arıza olduğunda Support Center la temasa geçin)
E11	CA778	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Bkup hız sensörü hattında hata (Servis bülteni mevcut-107 motorlar için-kontrol edin)
E15	CA1228	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf servo 1 hata
E15	CA1625	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf servo 2 hata
E11	CA2249	MOTOR	Common rail yakıt basıncı çok düşük arızası (CA559 gibi kontrol edin)
E11	CA2271	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf pozisyon sensör hattı yüksek voltaj arızası
E11	CA2272	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf pozisyon sensör hattı düşük voltaj arızası
E11	CA2351	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf solenoid akımı yüksek arızası
E11	CA2352	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	EGR valf solenoid akımı düşük arızası
E15	CA2555	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Isıtıcı röle voltajı düşük arızası
E15	CA2556	MOTOR-ELEKTRİK SİSTEMİ	Isıtıcı röle voltajı yüksek arızası

S.O.S Yağ Analizi

Yağ analizleri, iş makinelerinin ömrünü ve verimliliğini arttırmak, bakım masrafları ve zaman kaybını önlemek için kullanılan ve uygulanmakta olan bir koruyucu bakım programıdır. Yağ analizleri ile bütün kullanılmış yağlar; motor, şanzıman, diferansiyel, cer ve hidrolik sistem yağları test edilebilmektedir. Bu testler, sadece yağın durumunu değil, daha çok iş makineleri ve motorların durumunu değerlendirmek üzere geliştirilmiştir. Koruyucu bir bakım programının başarısı, kullanıcıya getirdiği maddi kazançla ölçülebilir. Yağ analizlerinin uygulaması ucuz, çabuk ve kolay olduğu gibi, aynı zamanda çok önemli tasarruf sağlayabilmektedir. Yağ analizi uygulaması, kullanılan orijinal yağ ve filtrelerinin yüksek performans özellikleri ile birleştiğinde; iş makineleri için mümkün olabilecek en iyi bakım programının temellerini oluşturur (Anonim 4).

Yağ analizi, tıpkı bir kan tahlili gibi, makine ve motorların içinde neler olduğunu görmenin en hızlı, en kesin ve en güvenilir yoludur. Böylece büyük arızalar oluşmadan erken uyarı yapılabilmektedir. SOS programının ayrılmaz bir parçası olan aşınma elementleri analizi ile, motor ve diğer komponentlerden düzenli aralıklarla alınan yağ numunelerinde, aşınma sonucu oluşan çok ufak metal parçacıklar tespit edilir. Parçacıkların çeşit ve miktarlarındaki değişimin belirlenmesi sayesinde, büyük arızalar oluşmadan erken uyarı yapılabilmektedir (Anonim 4).

Çizelge 2.14 Aşınmış metal derişiminin çalışma saatine göre değişimi (Taşer 2017).



Çizelgeye göre hareketli parçalarda aşınmış metal derişimi önce hızlanarak artar ve normal çalışma devam ettikçe yavaş bir şekilde aşınan metal derişiminin artışı devam eder. Anormal bir durum olursa aşınma hızı yüksek olur ve aşınmış metal derişimi ani bir şekilde artış gösterir. Bu durum tespit edilip doğrulanmazsa hasar giderek büyür, ikincil deformasyonlara yol açarak diğer ünitelerin zarar görmesine ve sonunda tüm sistemin arızalanmasına neden olur (Taşer 2017).

Çizelge 2.15 Yağlama yağında iz oluşumunun genel nedenleri (The Spex Speaker 1968)

Tespit edilen iz element	Değerlendirme
(Fe)	Arızalı dişli-dış yağ yatağının iç yüzeyine sürtünmesi
Fe, Ag	Gümüş kaplama şaft dişi aşırı aşınması
Fe, Cu, Ag	Sıralı bir şekilde görülen aşırı dişli aşınması
Mg(Magnezyum)	Pompa ve dişli kutusu gövdelerinden gelen yağ, çelik dişli, magnezyum döküm gövdesini aşındırıyor olabilir.
Cr (krom)	Çoğunlukla krom kaplama ile kaplanan ve değiştirilen aşınmış parçalar.
Pb(Kurşun)	Pistonlu motorlarda, gazolindeki tetraetil kurşun girişim yapar.
Si (Silikon)	Sentetik yağlarda girişim yapar. Aksi takdirde, hava filtresi arızalıdır.
Al (Alüminyum)	Yağ pompası aşınması.

Yapılan araştırmalarda; incelenen dizel motorun çalışma süresi içerisinde rastgele seçilmiş bir bakım periyodu incelenmiştir. İncelenen dizel motorun periyodik olarak yağ analizinde tabi tutulduğu zamanki teknik çizelge verileri Çizelge 2.15'te verilmiştir.

Çizelge 2.16 Yağ Metal analiz kritik değer çizelgesi (The Spex Speaker 1968)

Yağ Çalışma Saati (Saat/ppm)	Pb	Ni	Al	Fe	Si	Cu
Limit Değer	20	5	20	50	15	30

Sonuç olarak yağın metal seviyesinde anormal bir artış gözlendiğinde, oluşan partiküllerin kimyasal yapısı problemin hangi kısımda olduğunu göstermektedir. Bazı metalik elementlerin varlığı olması muhtemel arızanın habercisi olmaktadır. Ancak; sadece yağın performans değerleri için yeterli değildir. Bunun yanında yağ içerisindeki metal artışı da kontrol edilmelidir. Şayet, bir yağın metal değerlerinde anormal bir artış gözlenmiş ancak, performans değerlerinde anormal değişim söz konusu ise; yağ değişimi yerine, aşınan metalin ilgili olduğu makine parçası kontrol edilir ve gerekiyorsa değiştirilir. Bunun yanında bahse konu yağın metal değerlerinde anormal bir artış

gözlenmemiş ancak, performans değerlerinde anormal bir durum var ise, yağ değiştirilmelidir (Gökalp vd 2007).

Genel olarak sistemin maksimum yükleme şartlarında uzun süre kullanılması, aşınma metallerinin oranını arttırmaktadır. Aşırı yüklemeli çalıştırma şartları makine üzerinde çok ciddi problemlere sebep olmaktadır. Normal çalışma koşullarında ise; aşınma metallerinin sabit oranda olduğu görülmektedir. Çalıştırma şartları kullanıcı tarafından tespit edilen; her makinenin kullanım yerine göre farklılık gösteren bir durumdur (Gökalp vd 2007).

Uydu Takip Sistemleri (Vision Link, Komcare, Komatrax)

Uydu takip sistemleri sayesinde makine sahipleri ve iş makinesi servisleri makinede bulunan ECM (Elektronik kontrol yönetimi) vasıtasıyla şu bilgilere ulaşabiliyor:

- Makine yakıt bilgileri (işte ve rölantide yakılan yakıt, ömrü boyunca toplam yakılan yakıt), günlük ve ortalama yanma hızları
- Makine kullanım bilgileri işte, rölantide ve toplamdaki çalışma süreleri ve verimlilikleri
- Makine çalışma saati, odometre (modele göre), konum yer değiştirme bilgisi
- Makine kontak açık veya kapalı bilgisi, makine çalışma zaman aralığı bilgisi (günlük hangi saat – dakika süresince çalıştığı)
- Makine yakıt seviyesi
- Makinede oluşan arıza kodlarının görülebilmesi (Ne zaman alındığı, hangi konumda kaç sefer arıza kodu alındığı, arıza kodu şiddeti). Makinenin hangi komponentinden geldiği, elektriksel arıza olup olmadığı, arızanın makine operatör kullanımından, bakım eksikliğinden parça veya tesisatında elektriksel arıza olup olmadığı bilgisi
- Makinelerin yapılan bakımları ve bakım takibi
- Makinelerin S.O.S (yağ ve sıvı analizi) sonuçları
- Bütün bu bilgilerle ilgili hazır rapor formatı kullanımı (CAT 2016).

Yukarıda sıralanan tüm bu etmenler sayesinde servislerin, makinelere doğru teşhisle müdahaleyi mümkün kılması amaçlanmıştır. İş makinesi servisleri, bu uydu takip sistemlerinden gelen arıza kodlarını ve S.O.S sonuçlarını değerlendirerek müşterileri bilgilendirir ve gerekli müdahalelerin yapılması sağlanır. Oluşan arızalarla ilgili gerekebilecek parçalar önceden tespit edilerek temin edilmesi ve tek seferde arıza daha maliyetli hale gelmeden çözüme ulaşılması mümkün kılınır. Makine kullanıcıları ve servisler, makinelerin periyodik bakımlarını bu sistemler sayesinde takip edebilme imkanı bulabilmektedir. Makineleri çalışma saatleri üzerinden gerçekleşen bakımları sisteme kaydederek makinenin gelecek bakımlarıyla ilgili uyarı sistemi oluşturmaktadır. Böylece kullanıcı bakım süresini aksatmadan doğru çalışma saatinde yapılabilmesine olanak tanır. Ayrıca bu sistemler; operatörlerin makine kullanım hatalarını tespit ederek, operatörün eğitim ihtiyacının olup olmadığını da tespit edebilmektedir. Tüm bu bilgiler sayesinde makinelerin daha kısa sürede düşük maliyetlerle yeniden işe dönmeleri ve işletme maliyetlerinin minimal düzeyde tutulması sağlanır. Operatör hataları belirlenerek, bu hataların önüne geçildiği takdirde makine verimi ve performansı artırılırken aynı zamanda makinelerin 2. El değeri de tüm bu belirtilen koşullara uyulduğu takdirde yükseltilmiş olur (CAT 2016).

Taşıtlarda güç aktarma organlarında meydana gelen hasarın analizini yaptığı çalışmada incelemiş olan Yavuz; kardan mili mafsalı ile aks milinin kritik yüzeyleri metalografik numunelerin ışığında, laboratuvar ortamında incelenerek kırılmaların, yorulma ve malzeme kusurlarından dolayı oluştuğunu tespit etmiştir (Yavuz 2005).

Bir turbojet motorundaki konik dişlide meydana gelen yüzey çatlamalarını ve kırılmalarını araştırmış olan Park, elektron mikroskobunda yorulma çatlaklarını ve kırılmalarını incelemiş. Çatlaklıkların, dişlilerin üst yüzeyinde meydana geldiğini tespit etmiştir. Bu çatlaklar ve kırılmaların, yetersiz veya hatalı yüzey sertleştirme işlemlerinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Park 2003).

Köksal vd. ağır iş makinelerindeki şanzıman pompa yürüyüş dişlisinin ani olarak kırılmasından kaynaklanan hasar durumunu incelemiş; hasara uğrayan ağır makine dişlisinin öncelikle malzemeye bağlı nedenlerden dolayı kırıldığı sonucuna varılmıştır. Malzeme alaşım elementlerinin analizi sonucunda krom elementinin malzemelere sertlik ve aşınmaya karşı direnç kazandırdığından yeterli oranda bulunmayan krom elementi malzemenin sertlik ve aşınma değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Karbon oranının fazla olması sünekliği azaltmıştır. Mangan elementinin malzeme dayanımını artırdığı bilinmektedir. Analizde yeteri kadar bulunmayan mangan elementi dayanımda düşüşe neden olmuştur. Bu element oranlarının gereken düzeylerde olmamasından dolayı malzemenin hasara uğradığı belirlenmiştir (Köksal vd. 2010).

Arslan vd. yaptığı çalışmada titreşim yöntemi kullanılarak radyal bilyeli rulmanlrdaki bölgesel yüzey kusurları deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla bilyalı rulman elemanlarının çalışma yüzeylerinde yapay bölgesel kusurlar oluşturulmuş ve radyal yöndeki mil titreşimleri kaydedilmiştir. Ayrıca sistem için bir teorik model oluşturulmuş olup; bu modele uygun bir simülasyon programı geliştirilerek sağlam ve kusurlu rulman analizi yapmayı başarmışlaradır. Simülasyon programına kullanılan mil ve rulman boyutları girilerek çalıştırılmış ve farklı mil hızları için milin titreşim spektrumları elde edilmiştir. Simülasyondan elde edilen teorik sonuçlarla deneysel sonuçlar karşılaştırıldığında sonuçlar arasında bir uyum olduğu gözlemlenmiştir (Arslan vd. 2006).

Bir greyder dişli rotunun hasar analizini inceleyen Öndürücü vd. parçada meydana gelen hasarın nedenleri araştırılmış; hasarlı parçanın imalatında kullanılan malzemenin belirlenmesi için uygulanan kimyasal analize göre malzemenin türü saptanmıştır. Hasarlı parçadan standartlara uygun numuneler hazırlanarak sertlik, çentik, darbe ve üç nokta eğme deneyleri yapılmıştır. Bunlara ek olarak malzeme metalografik olarak incelenmiştir.Tüm bu veriler sonucunda parçanın aşırı zorlanmadan dolayı hasara uğradığı belirtilmiştir (Öndürücü vd. 2017).

Lewicki, düz dişlilerdeki kırılma hasarlarını sonlu elemanlar yöntemi ile incelemiş; çatlak başlangıcı ve ilerlemesi tahmin edilmiştir. Dişin geometrik yapısı, dişlinin çalıştığı yüklemeler, diş yüksekliği, karekteristik yarıçap, malzeme özellikleri, çatlağın ilerleme şeklini etkileyen faktörlerdir. Aynı zamanda 25° ve 20°'lik diş basınç açılarında diş sayıları, dişli çapı sabit tutularak çatlak ilerlemeleri araştırılmıştır (Lewicki 2001).

Aksoy, çelik malzemelerde incelenen hasar analizleri neticelerinde çıkan hasarların ana sebebinin malzeme üretilirken oluşan üretim hatalarından kaynaklandığını saptamış,

ayrıca üretim hatası olmasa bile ham çeliğin ürün haline getirilirken kullanılan kesim, talaşlı imalat ve bundan sonra gelen ısıl işlem uygulamalarındaki yanlışlıklarla zamanla malzemenin hasar görmesine neden olduğunu vurgulamıştır.

Bu durumlara ek olarak üretim şekillendirmesi doğru olan çelik malzemelerde yanlış kullanım şartlarının da hasarlanma sebeplerinin arasında olduğunu belirtmiştir (Aksoy 2015).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Yeni nesil uydu takip sistemli ve otomasyon destekli hasar analiz cihazlarından alınan veriler

Yapılan bu tez çalışmasında yeni nesil uydu takip sistemli ve otomasyon destekli hasar analiz cihazlarından alınan veriler Komatsu firmasının kullandığı KOMATREX ve CAT firmasının kullanmış olduğu Vision Link programları yardımı ile kamu ve özel sektörde kullanılan iş makinesi filolarına kurularak; elde edilmiş verilerdir.

3.2. S.O.S Yağ analiz verilerinin eldesi

Yağ analiz verileri Komatsu firması ile CAT firmasından alınmıştır. Motor, hidrolik ve şanzıman yağı verileri incelenerek bulgular elde edilmiştir.

3.3. Anlık Arıza Kodu Maili

Şantiye alanında çalışmakta olan iş makinesinde oluşan arıza ve konum bilgisi ile ilgili anlık mail örnekleri Komatsu İş makineleri bakım onarım servisinden alınarak elde edilmiştir.

3.4. Fiziksel Hasar Analiz Verileri

Fiziksel hasar analiz verileri Prof. Dr. Hikmet RENDE'nin HASAR ANALİZİ yüksek lisans dersindeki araştırma ödevlerimizden derlenerek alınmış.

4. BULGULAR

Görünüm: Alt ve üst yatak yarımlarının birbirine zıt yerlerinde, ayrım çizgilerinin civarında aşırı aşınma alanları görülmektedir.

Hasar veren faaliyet: Yatak kepi, her yatak yarımının yanında ayrım çizgisinde muyluya doğru itilmesine sebep olacak şekilde kaydığı görülmüştür.

Muhtemel Sebepler: Yatak kepini sıkmak için çok büyük bir soket kullanılması. Bu durumda, soket yatağı kepe doğru sıkıştırarak kepin kaymasına yol açar. Yatak kepinin pozisyonunu ters çevirmek. Yatak kepi ve gövde arasında, kepin ayrılmasına ve kaymasına yol açan, uygun olmayan saplama (eğer kullanıldıysa) kullanılmış olması. Kep cıvatalarının uygun torkla sıkılmaması sonucu, motorun çalışması sırasında pozisyon kayması yaşayabilecek "gevşek kep". Cıvatanın, bolt delikleri içerisinde normalden fazla oynamasına izin veren, genişlemiş cıvata yuvaları ya da sünmüş kep cıvataları.

Düzeltici Faaliyetler: Muylu yüzeylerinde aşırı aşınma olup olmadığını kontrol edin ve gerekli ise rektefiye edilmesini sağlayın. Doğru ebatta soket ve saplama (gerekli ise) kullanmaya dikkat ederek yeni yatak monte edin. Kepin doğru oturmasını garanti altına almak için her tarafı küçük adımlarla eşit sıkarak ilerlenmelidir. Yatak kepi kontrol edilmeli ve kendi doğru pozisyonunda olup olmadığını belirleyiniz. Cıvata delikleri içerisinde cıvatanın aşırı oynamasının önüne geçildiğini garanti etmek için yeni cıvatalar kullanılmalıdır.

Massey Ferguson marka traktörde hasar gören eleman ön dingil pernosudur. Pernonun genel özellikleri: başsız pernodur (DIN 1433) (P. Yayla,2007), "Kırılma Mekaniği" ve St-60 karbon çeliğidir ve çapı= 50 mm, boyu= 400 mm olarak üretilmiştir. Perno, Ünver Torna atölyesinde torna tezgahında 07.02.2014 tarihinde imal edilmiştir. Hasar gören parça, traktörün tekerlek tablaları ile ön dingilin bağlantısını sağlayan bağlantı elemanıdır. Hasar oluşum sırasında traktör 500 kg'lık bir yük taşımaktadır. Perno 3 aylık çalışma sonrası kırılmıştır. Perno, Massey Ferguson Ön Aks AR58606 kodlu pernodur.

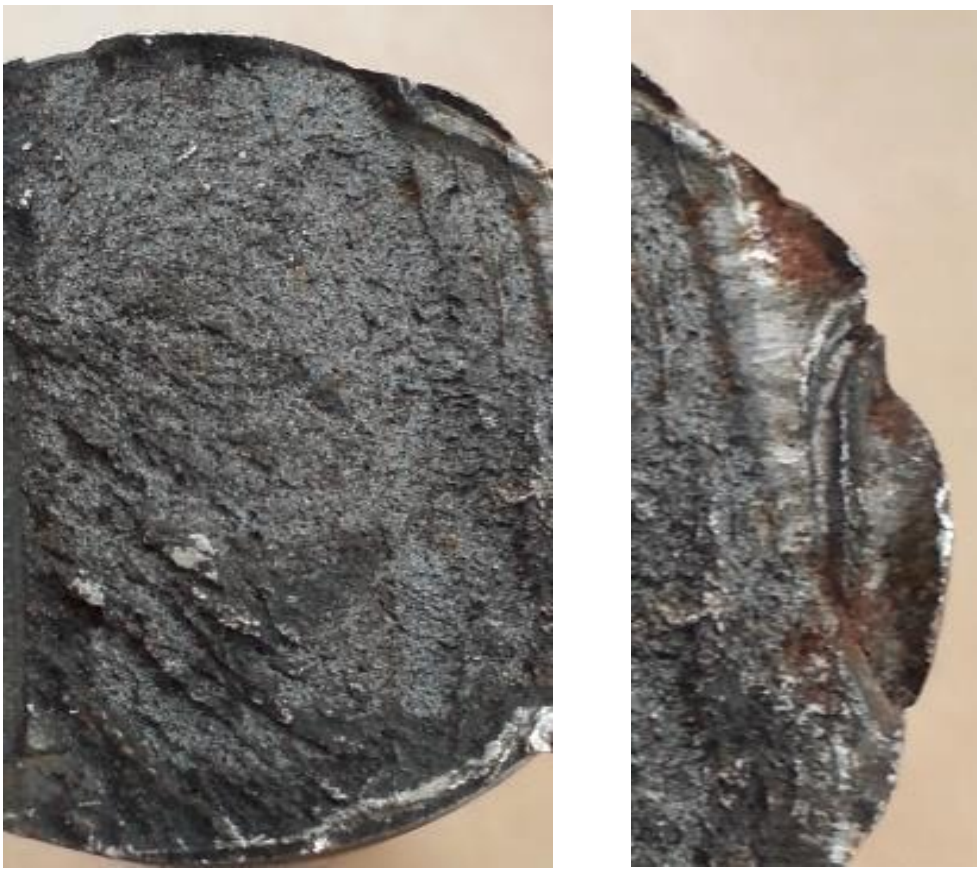
Hasar: Hasar, bir inşaat sahasında traktörün bir yerden diğer bir yere kum taşımak için traktör sahibinin kumu kepçeye yükleyip taşıyacağı yere doğru hareketi esnasında sağ tekerleğin çukura girip çıkması sonucu pernonun kırılması ile meydana gelmiştir. Perno, tekerleğin bağlı olduğu tabla ile ön dingili birbirine bağlayan bağlantı elemanıdır. Traktör genellikle engebeli arazilerde çalıştığı ve farklı yüklerin Hasarın Önlenmesi İle İlgili Öneriler:

Hasar oluşumunda, imalattan kaynaklanan malzeme hataları, malzeme seçimi ve malzeme üzerinde yapılacak yüzey ve ısıl işlemler tekrar gözden geçirilerek imalatın buna göre yapılması gerekmektedir.
Pernonun maruz kalacağı yüklemeler, çalışacağı şartlar tekrar hesaplanarak perno yapılacak malzemenin, pernonun çalışma konumunda ilken maruz kalacağı dinamik yüklerin ve darbelerin hesap edilerek daha dayanıklı malzemelerden üretilmesini sağlamak gerekmektedir. Parça ömür süresinin çok aşağısında bir sürede kırılmıştır. Üretici firma parçaların imalatı üzerinde değişiklik yapmalıdır.

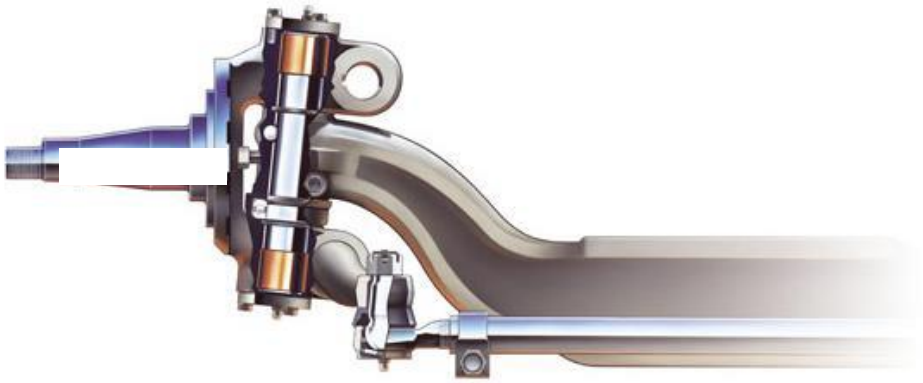
Bu tip makinaları kullanan operatör veya kullanıcıların belirli eğitimlerden geçirilmeleri sonrasında makine kullanımını sağlamaları gerekmektedir. Bu vakada hasar oluşumunda traktör sahibinin de payı bulunmaktadır. Bu nedenle traktör sahibine verilecek eğitim ile traktörün yüksek kasislere veya çukurlara girerken mümkün olduğunca dikkatli ve yavaş hareket etmesi sağlanabilir.

Şekil 3.1. Hasar Gören Perno ve Çatlak başlangıcı ve ilerleme yönü

Şekil 3.2. Pernonun kırık yüzeyi



Şekil 3.3. Kırılma yüzeyi ve Kopma yüzeyi



Şekil 3.4. Pernonun ön dingil ve tekerlek tablası arasındaki bağlantı yeri

Şekil 3.5. Hasar görmüş dişli parçası

Şekil 3.6. Hasar görmüş dişli parçası ve kırık dişliler

Hasar Mekanizmaları:

Dişli çarklar zor koşullarda çalıştıkları için belirli bir süre sonra bazı hasar şekilleri meydana gelebilmektedir. Yapılan çalışmalarda bu hasarların genellikle; aşınma, kırılma, plastik akma, yüzey yorulmasından kaynaklanan ve imalat sırasında oluşan hasarlara bağlı olarak meydana gelebildiği anlaşılmıştır

Elimizdeki parçada sünek hasar (aşırı elastik veya plastik deformasyon, yırtılma veya sünek kırılma) meydana gelmiştir. Sünek hasar mekanizmalarından ise sünek kırılma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Hasar Oluşum Nedenleri:

Birbirlerine eş çalışan dişli çarklara araç vitesi değiştirme sırasında aşırı yük binmiştir. Aşırı yükle birlikte dişlerde pittingler oluşmaya başlamıştır. Zamana bağlı kullanıma bağlı olarak dişlerdeki pittinglerde aşınmalar başlamıştır ve bu aşınmalar devam ettiği için bir süre sonra diş dipleri maruz kaldığı yüke dayanamamış ve kırılmıştır.

Dişli çarkların dişlerinden kırılması ve hasara uğramış olan dişli çarkların bazı dişlerinin diplerinde çatlakların mevcut olması, hasar sebebinin yanlış kullanıma bağlı olarak aşırı yüklenmeden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Hasar Nasıl Önlenebilir:

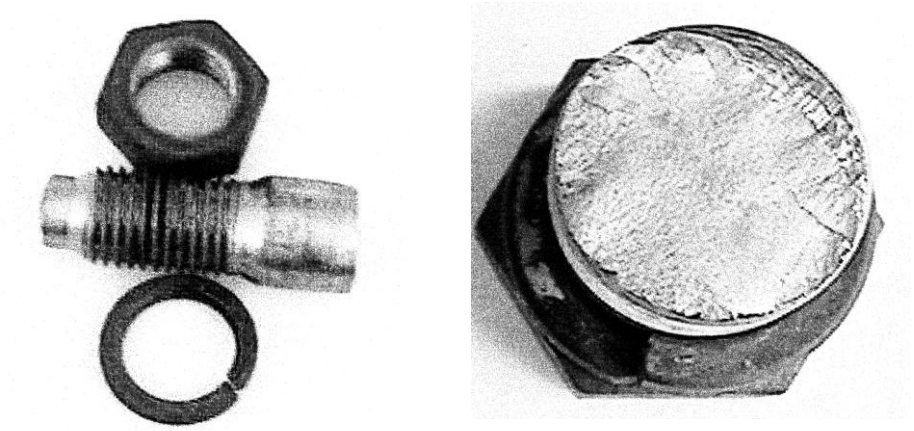
Çöp konteynerleri toplama kamyonu kullanan personel vites değiştirirken dikkatli olmalı. Vites değiştirirken araç debriyajına tam basmalı ve tam bastığına emin olduktan sonra vites değiştirmelidir. Araçların kullanımı ve teknik özellikleri hakkında çalışanlar bilgilendirilmelidir. Araçların periyodik bakımları yapılmalı ve gerekli görüldüğünde zamanla hasara uğrayacağı düşünülen araç parçaları değiştirilmelidir.

Örnek 2:

Konu: Kule vinci cıvatasına ait hasar analizi

Boom uzunluğu 42 m., kaldırma kapasitesi 1200 kg olan kule vincinin boomdaki gergiğ önünde bulunan ve iki parçayı birleştiren 22 mm çapındaki 4 adet cıvata vincin çalışması sırasında kesilerek kırılmıştır.

İnceleme: Kırık cıvatanın genel görünümü ve kırılma yüzeyi Şekil 90 ‘da verilmiştir. Kırık cıvatada sertlik ölçümü ve metalografik inceleme şekil 91’de yapılmıştır.



Şekil 3.7. Kırık cıvatanın genel görünümü ve kırık yüzeyi

Örnek 3:

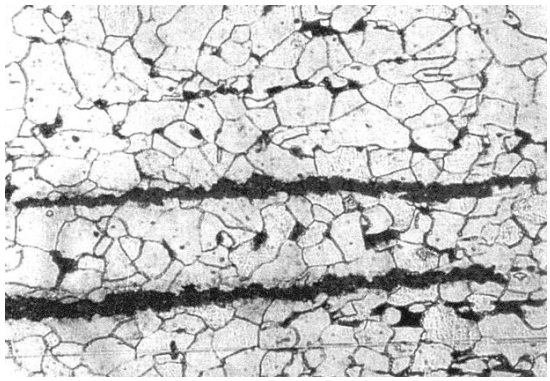
Konu: Hasar görmüş dişli çark

Belediye Temizlik İşleri Müdürlüğünde kullanılan çöp konteynerleri toplama kamyonun şanzımanında bulunan hidrolik pompa da kullanılan bir dişli çarktır.

Malzeme Bilgileri:

Hasar analizi yapılan dişli çarklar, M serisi takım çeliklerinin su verilmiş ve temperlenmiş karakteristik mikro yapısına ve sertliğine (65 HRC) sahiptir.

Hasar görmüş dişil çark Hijyen Proses Makine tarafından üretilmiştir. Firma paslanmaz malzeme işleyerek; HACCP, GMP, HİJYEN kurallarına uygun sipariş üzerine imalatlar yapmakta, endüstriyel hijyen ekipmanları üretmektedir. İlaç, gıda, kimya, gaz sektörlerinde taahhüt firması ve hizmet firması olarak faaliyet göstermektedir.



Şekil 3.8. Kırık cıvatanın dağlanmamış (100X)

Değerlendirme ve Sonuç: Yapılan incelemeler kırık cıvatanın 1010 kalite çelikten imal edildiğini, 87 HRB sertliğe ve ferritik mikro yapıya sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca mikro yapıda deformasyon yönünde uzamış çok iri kalıntıların mevcut olduğu da görülmüştür. Bu tür iri inklüzyonların mevcudiyeti, cıvata imalatında çelik kalitesine dikkat edilmediğini göstermektedir. Karbon içeriğinin düşük olması nedeniyle sertliği de düşük olan bu cıvata, sertlik değeri açısından TS3576'da mukavemet sınıfına girmekte olup, kule vincinde kullanıma uygun değildir. TS3576'da daha yüksek sertliğe sahip ve daha yüksek mukavemet sınıfına giren civatalar mevcuttur. (TS3576 Bağlama elemanları-civatalar ve saplamalar-çelik özellikler ve deneylerle ilgili esastır.)

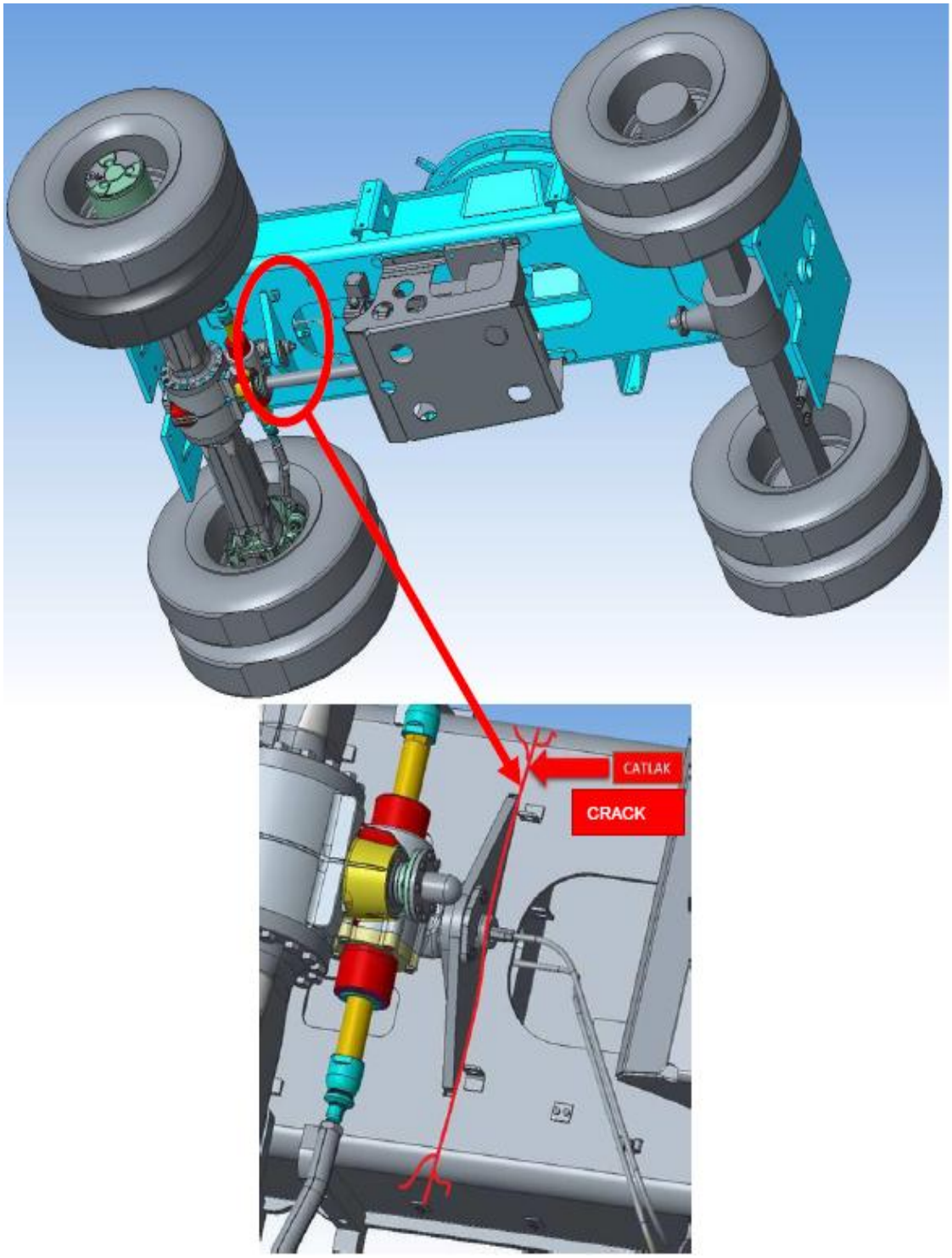
Örnek 4:

Konu: Hidromek 140W model iş makinesinin alt şase; ön aks bağlantı sacının çatlak kontrolü ve iç köşenin kaynatılması.

Şekil 3.9. Hidromek 140W iş makinesinin alt şase çatlak görünümü

Çatlama bağlantı braketi kaynağından şase boyunca ilerleyebilmektedir. Onarıma başlamadan önce aşağıda belirtmiş olduğum 3 yönergeye uyularak işlem yapılmıştır.

1. Arıza olduğu tespit edilen makinenin iş sahasındaki konumu tespit edilmiştir.
2. Öngörülere göre arızanın çatlak olduğu ve bu sebeple çatlak onarımı ve iç şase kaynak kontrolü yapılmıştır.
3. Öngörümüzün yanlış olması ihtimali göz önünde bulundurulmuş ve bu durumda çatlak yok ise iç şase kaynak kontrolü yapılmasına ve eksik kaynak olması durumunda ise eksik kaynakların tamamlanmasına karar verilmiştir. (iç şasede kaynak varsa herhangi bir işlem yapılmayacaktır.)

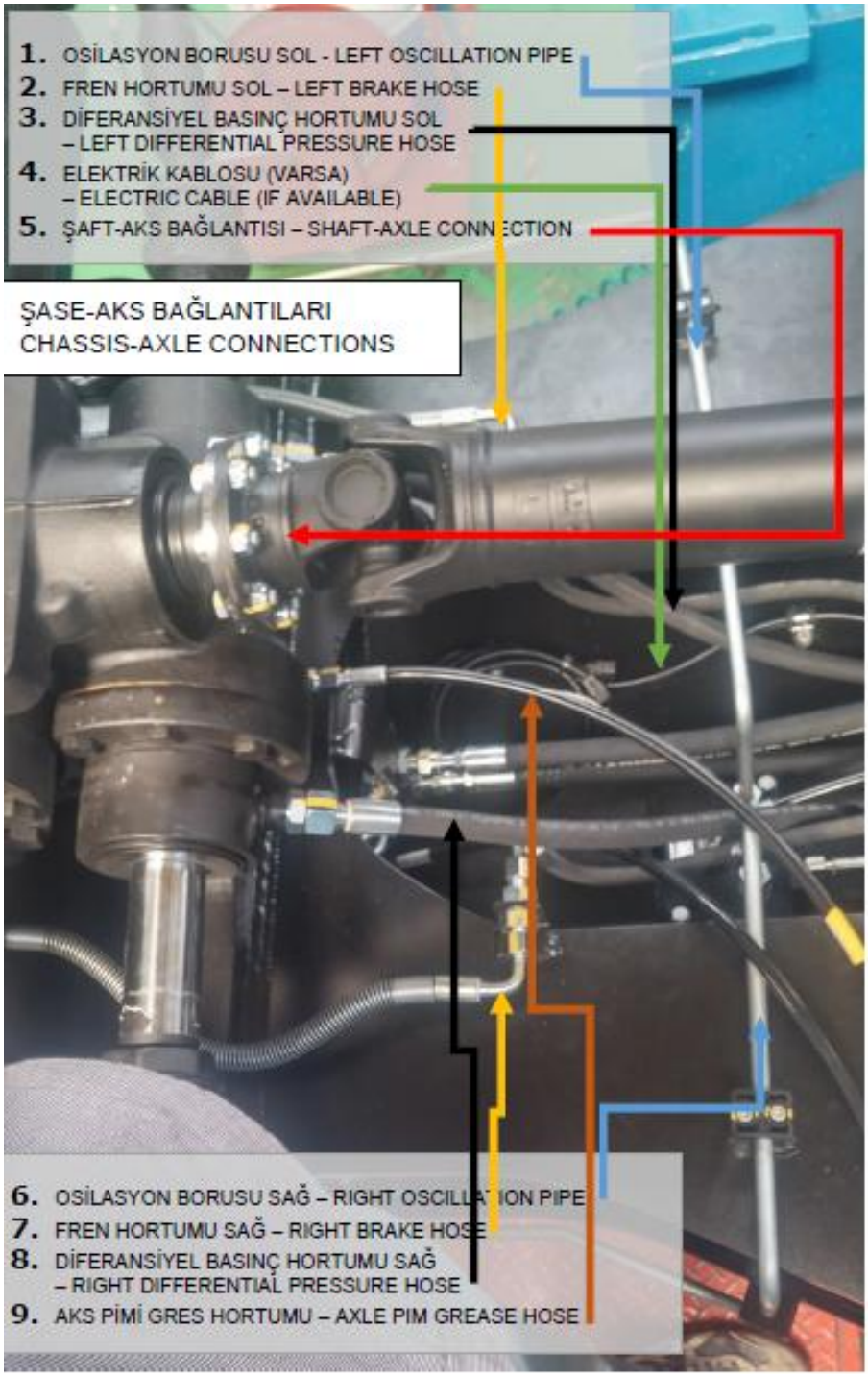


Şekil 3.10. Hidromek 140W iş makinesinin alt şase çatlak görünümü

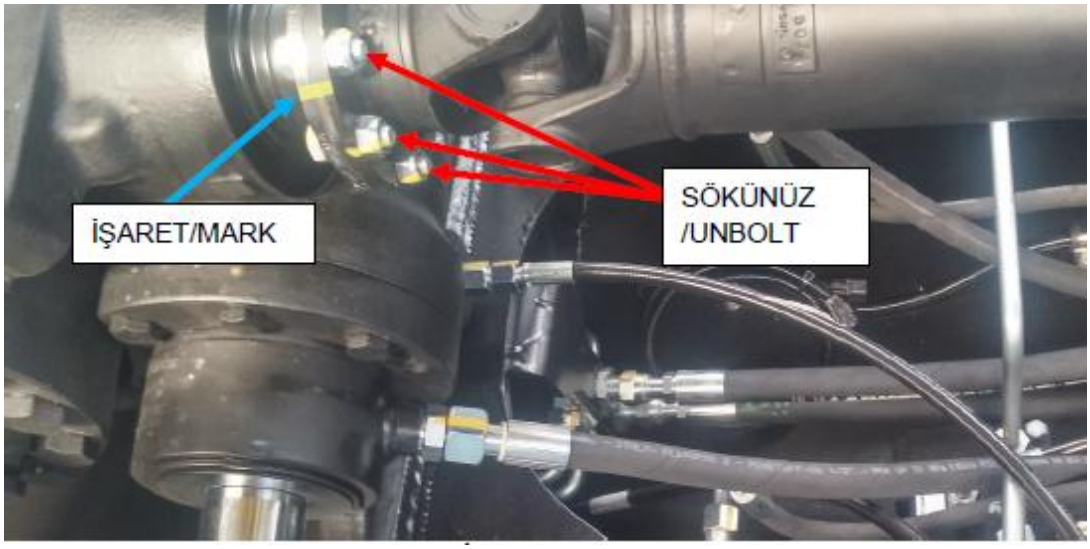
Şekil 3.11. İş makinesinin kanala alınması.

Tadilat için yapılan işlemler:

Makine kanala alınarak; motor durduruldu. Alt şase ön aks bağlantı kulağının iç kaynak kontrolü ve aks bağlantı kulağı çevresi çatlak kontrolü yapıldı. (Şekil 3.12. de gösterilen Şase-Aks bağlantıları söküldükten sonra sökülen hortum ve boruların açık uçları tozlanma ve kirlenme riskine karşı kapatılmıştır.)

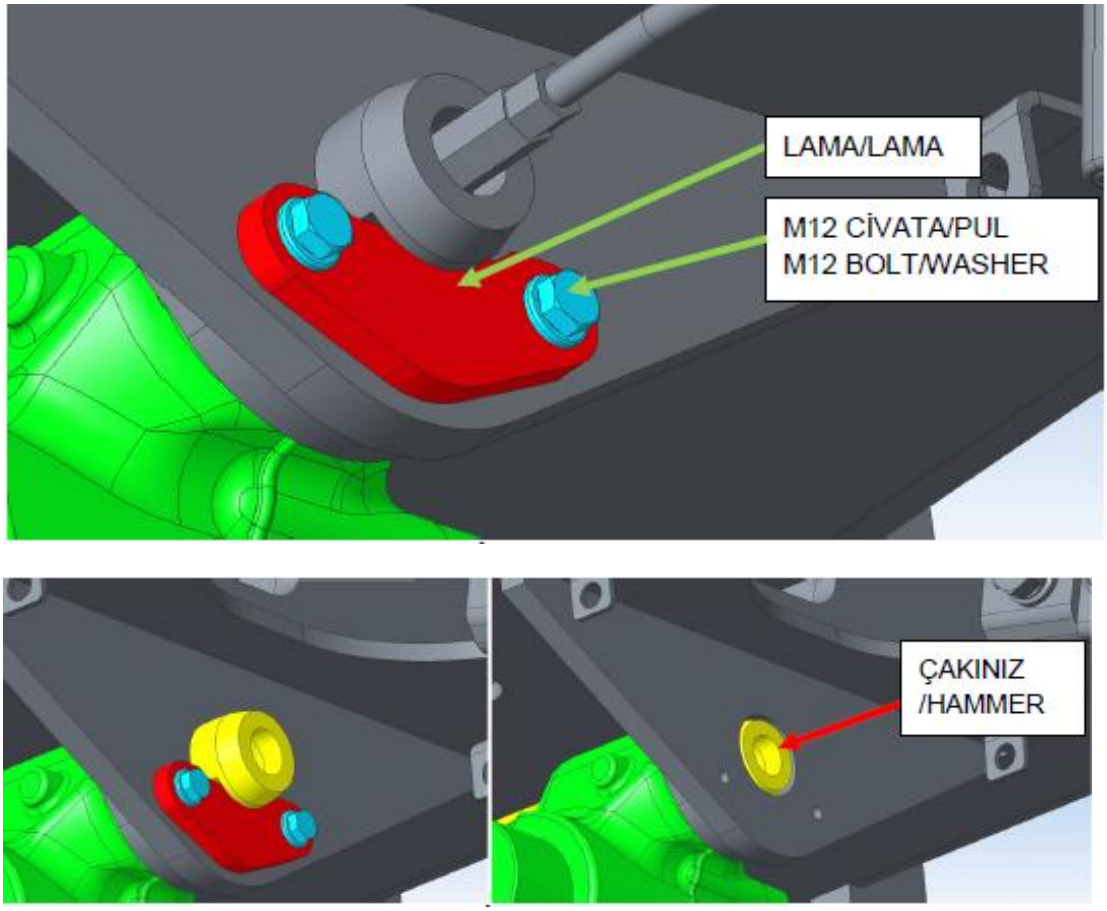


Şekil 3.12. Şase-Aks bağlantıları 1) Sol Osilasyon Borusu 2) Fren Hortumu 3) Diferansiyel Basınç Hortumu 4) Elektrik Kablosu 5) Şaft- Aks Bağlantısı 9) Aks Pimi Gres Hortumu



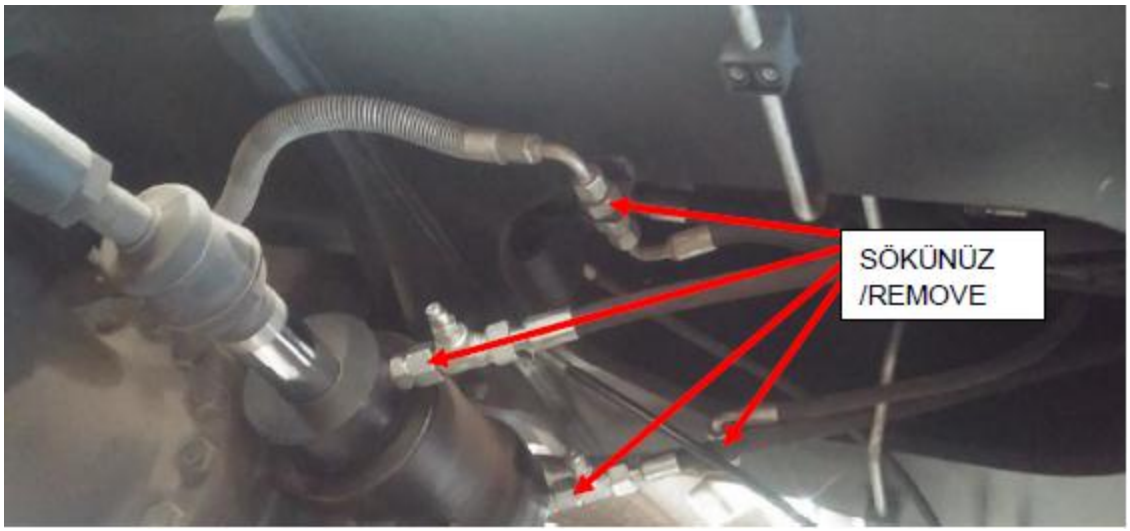
Şekil 3.12. Aks-Şaft Bağlantısı

Şekil 3.12.'de görüldüğü gibi aks-şaft ve şanzıman-şaft flanşları işaretlenmiştir. Aks-Şaft bağlantısı M10 anahtarı ile sökülmüştür. Daha sonra şanzıman-şaft bağlantısı sökülerek şaft kenara alınmıştır.



Şekil 3.13. Aks Sabitleme Laması Sökümü

Şekil 3.13.'de görüldüğü gibi Aks sabitleme laması sökülerek ; pimi çekiç yardımıyla kulak yüzeyi seviyesine getirilmiştir.



Şekil 3.14. Fren hortumları ve Diferansiyel Basınç Hortumları Sökümü

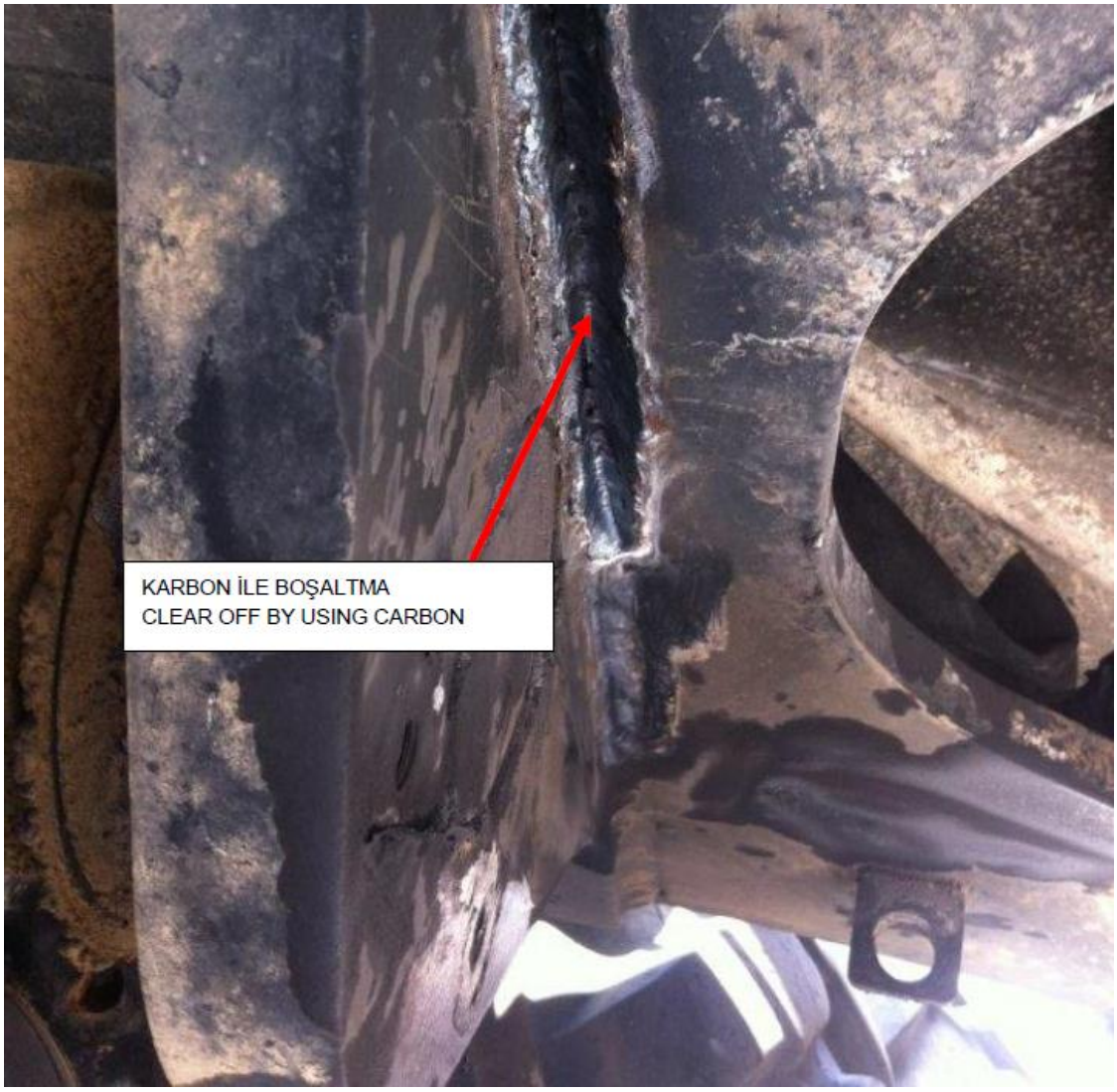
Şekil 3.14.'de görüldüğü gibi fren hortumları ve diferansiyel basınç hortumları sökülerek; kaynak bölgesinden uzaklaştırılarak sabitlenmiştir.

Şekil 3.15. Direksiyon Silindir Milinin Muhafaza Edilmesi

Şekil 3.15.'de görüldüğü gibi direksiyon silindir mili kaynak ve karbon sıçramalarına karşı nemli bir bez ve 1mm kalınlığında ince bir sac ile sarılarak ; yanmaya karşı muhafaza edilmiştir.

Şekil 3.16 Sağ-Sol Osilasyon Borularının sökümü

Şekil 3.16'da görüldüğü gibi sağ ve sol osilasyon boruları titreşim kelepçeleri 5 numaralı alyan ile sağ ve sol osilasyon boruları 22 numaralı anahtar yardımıyla ve aks pimine bağlanan gres hortumu 19 numaralı anahtar ile sökülerek kenarı alınmıştır.



Şekil 3.17. Çatlağın karbon ile boşaltılması

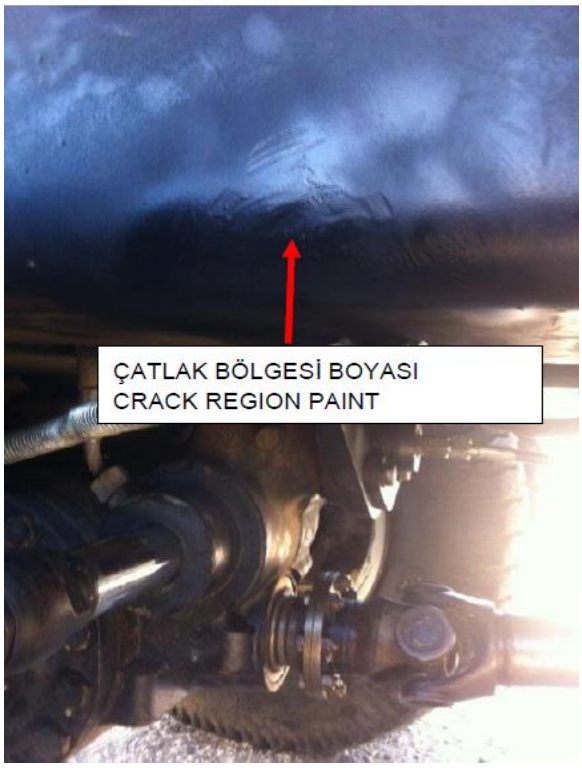
Şekil 3.17'de görüldüğü gibi çatlak bitene kadar karbonla boşaltma işlemi yapılmıştır.

Şekil 3.18. İşlem yüzeyinin taşla temizlenmesi

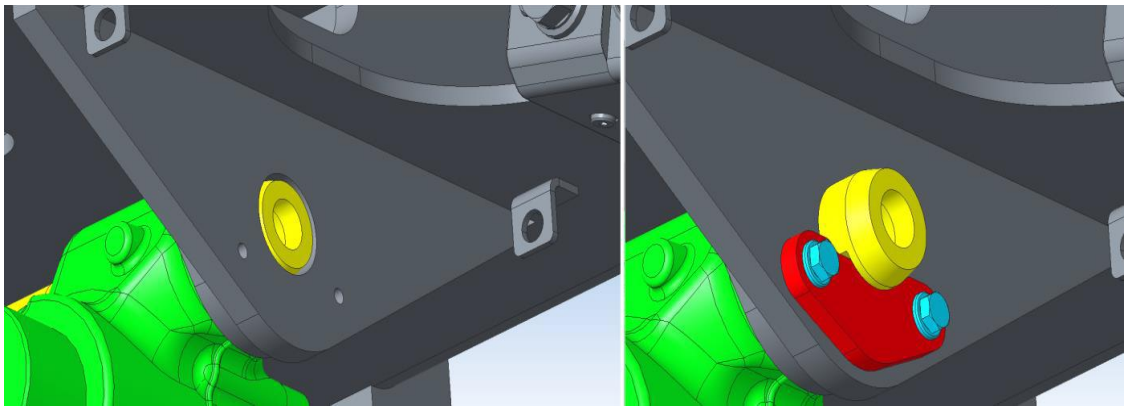
Karbon kalıntıları giderilinceye kadar işlem yüzeyi Şekil 3.18.'de gösterildiği gibi taşla temizlenmiştir.

Şekil 3.19. Kaynak işlemi

İnce pasolar halinde kaynak ağzı z12 olacak şekilde doldurularak Şekil3.19.'da görüldüğü gibi kaynatılmıştır. Şekil 3.20.'de görüldüğü gibi kaynak bölgelerindeki cüruf taşlama makinesi ile temizlenerek bu bölgeye rötuş boya yapılmıştır.



Şekil 3.20. Çatlak bölgesinin rötuş boya yapılması



Şekil 3.21. Aks pimi ve aks sabitleme lamasının takılması

Şekil 3.21.'de görüldüğü gibi aks pimi eski pozisyonun getirilerek aks sabitleme laması takılmıştır. Aks-Şaft ve Şanzıman-Şaft flanşları daha önce yapılan işaretlemeye göre sabitlendi. Aks-şaft bağlantısı yeni fiberli somun takılarak M10 anahtar ile sıkıştırıldı.

Direksiyon milinin etrafına sardığımız muhafaza çıkarıldı ve fren hortumları ve diferansiyel basınç hortum bağlantıları yapıldı. Osilasyon borusu ve aks pimine bağlanan gres hortumu yerine takıldı. Makine çalıştırıldı ve osilasyon borusu hafif gevşetilerek havası alınıp tekrar sıkıştırıldı. Makinenin genel testleri yapılarak makine kullanıma hazır hale getirildi. (Elektrik bağlantıları kontrolü, yağ kaçağı kontrolü, ayak ve bom hareketlerinin doğru konumlandırılması.)

Çizelge 4.1 Genel durum tablosu

Seri Numarası	Ürün Ailesi	Çalışma Saati	'Makina Kullanımı' Hakkında Yorum	'Yakıt Tüketimi' Hakkında Yorum	'SOS Analizleri' Hakkında Yorum	'PL Uyarıları' Hakkında Yorum
B9D04597	GREYDER	1.484	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 28). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 5). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 4 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 6 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04598	GREYDER	1.519	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 37). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 9). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 2 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
B9D04623	GREYDER	1.081	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde 1 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04624	GREYDER	1.279	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde 1 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04625	GREYDER	1.161	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ Analizine göre 2 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 3 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04508	GREYDER	1.043	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 35). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 8). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 3 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 22 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04590	GREYDER	306	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	*** Makinayla ilgili hiç bir SOS analizi yapılmamış. ***	Makinayla ilgili dönem içinde 3 adet uyarı raporlanmış. 'PL

						Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04629	GREYDER	933	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
B9D04630	GREYDER	982	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde 5 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04631	GREYDER	936	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ Analizine göre 1 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
B9D04644	GREYDER	863	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 26). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde 2 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04670	GREYDER	931	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
B9D04678	GREYDER	702	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 38). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 11). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 1 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 1 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04679	GREYDER	658	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 32). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 7). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
B9D04684	GREYDER	778	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 39). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 9). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.

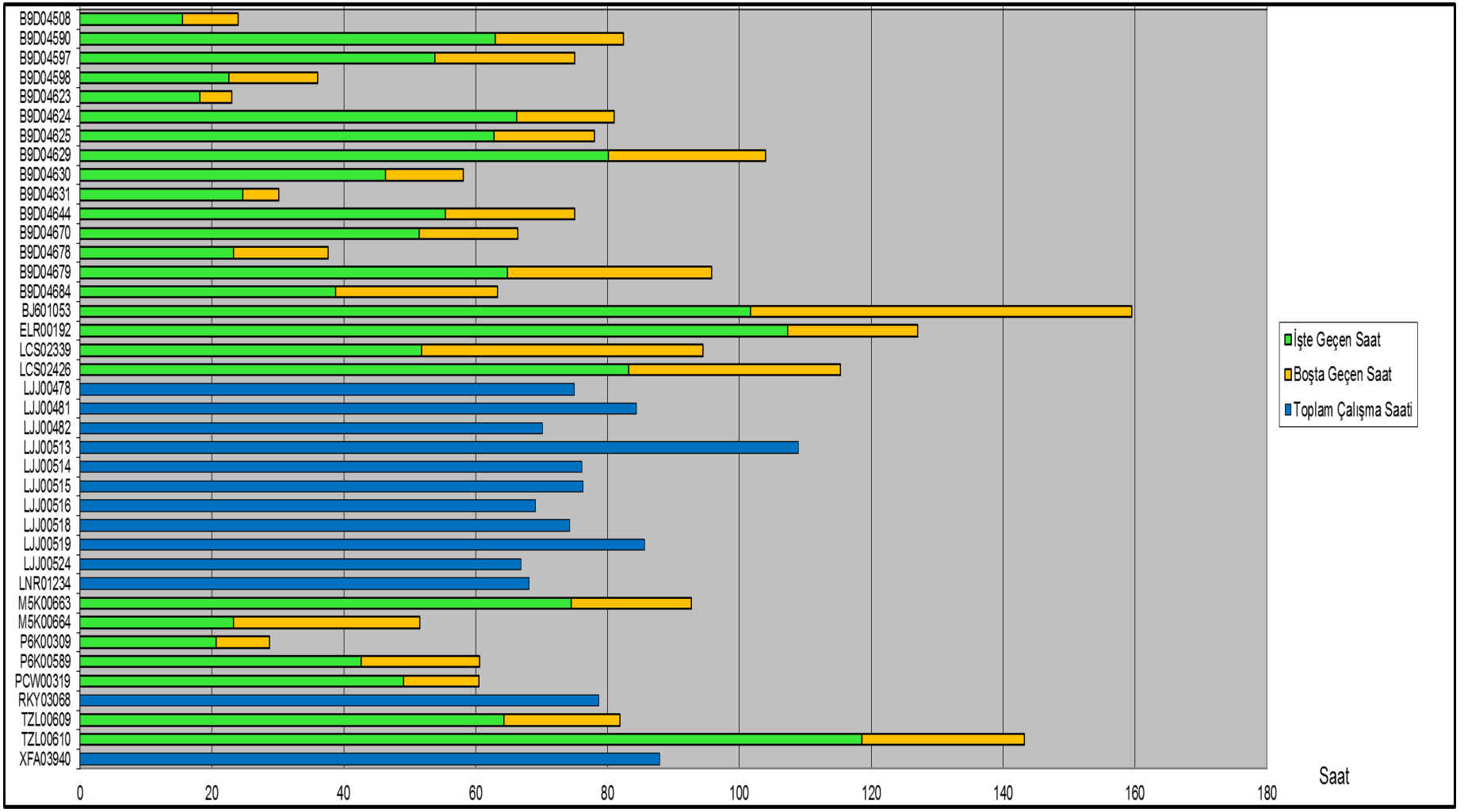
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	2.837	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 36). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 9). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 3 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 3 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
ELR00192	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.613	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	1.125	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 45). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 13). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 3 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
LCS02426	PALETLİ YÜKLEYİCİ	796	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 28). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 8). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 1 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
M5K00664	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	286	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 55). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 16). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	*** Makinayla ilgili hiç bir SOS analizi yapılmamış. ***	Makinayla ilgili dönem içinde PL uyarısı alınmamıştır.
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	1.004	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 28). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 6). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 3 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 1 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	925	Makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25 inden fazla (% 30). Beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz. 'Makina Kullanımı' tablosunu inceleyiniz.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 6). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 1 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.	Makinayla ilgili dönem içinde 1 adet uyarı raporlanmış. 'PL Uyarı Detayları' Tablosunu inceleyiniz.

Çizelge 4.2 Filo durumu tablosu

Seri Numarası	Model	Ürün Ailesi	Son Rapor Tarihindeki Makina Çalışma Saati	Son Rapor Tarihindeki Ömür Boyu Yakıt (lt)	Aylık Yakıt Tüketimi (lt)	Aylık Makina Kullanımı (Saat)
B9D04508	140M	GREYDER	1.043	13.507	290,5	24,0
B9D04590	140M	GREYDER	306	4.421	1146,0	82,5
B9D04597	140M	GREYDER	1.484	21.647	1018,7	75,0
B9D04598	140M	GREYDER	1.519	21.387	397,0	36,0
B9D04623	140M	GREYDER	1.081	13.703	316,1	23,0
B9D04624	140M	GREYDER	1.279	20.589	1437,0	81,0
B9D04625	140M	GREYDER	1.161	13.007	1173,5	78,0
B9D04629	140M	GREYDER	933	13.737	1517,0	104,0
B9D04630	140M	GREYDER	982	12.812	878,7	58,0
B9D04631	140M	GREYDER	936	13.714	425,4	30,0
B9D04644	140M	GREYDER	863	11.292	1035,8	75,0
B9D04670	140M	GREYDER	931	13.263	946,4	66,4
B9D04678	140M	GREYDER	702	8.158	394,2	37,6
B9D04679	140M	GREYDER	658	8.708	1158,3	95,9
B9D04684	140M	GREYDER	778	7.725	675,2	63,3
BJ601053	966H	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	2.837	44.596	2479,4	159,5
ELR00192	336D2L	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.613	50.392	4433,7	127,0
LCS02339	963D	PALETLİ YÜKLEYİCİ	1.125	20.902	1660,8	94,5
LCS02426	963D	PALETLİ YÜKLEYİCİ	796	15.573	2350,7	115,3

LNR01234	432F	BEKO YÜKLEYİCİ	876	-	0,0	0,0
M5K00663	950GC	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	300	5.946	2051,7	92,7
M5K00664	950GC	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	286	3.593	505,8	51,5
P6K00309	M316D	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	1.004	13.413	427,3	28,8
P6K00589	M316D	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	925	12.782	789,3	60,6
PCW00319	962H	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	1.736	24.101	961,0	60,5
RKY03068	303.5ECR	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.012	-		
TZL00609	329DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.268	30.366	2170,9	81,9
TZL00610	329DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.282	29.890	2805,5	143,3
XFA03940	305ECR	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.250	-		

Çizelge 4.3 Çalışma Saatleri

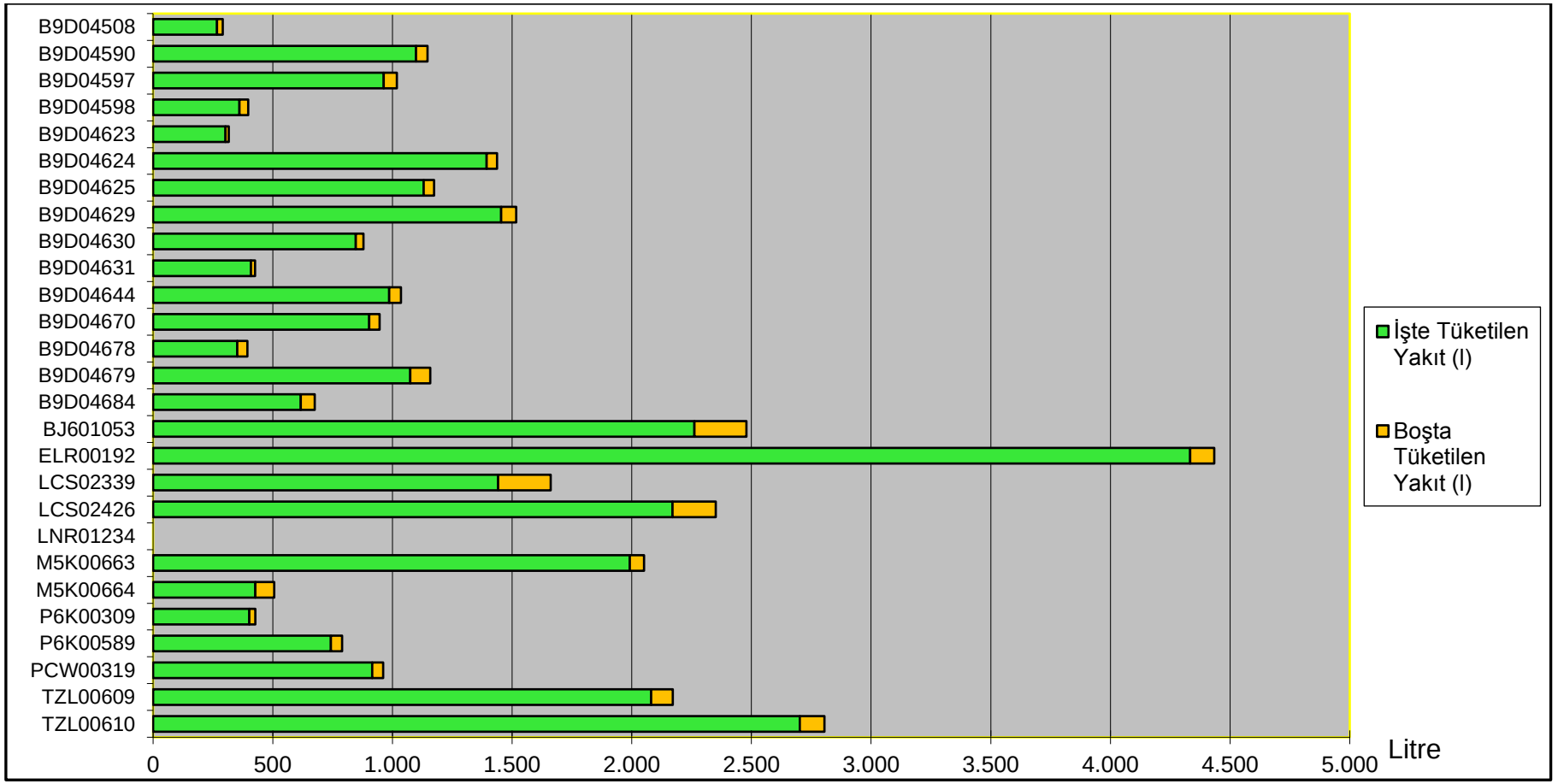


Çizelge 4.4 Makine Kullanımı Tablosu

		Saat			Performans			
Makina Seri Numarası	**Kat Edilen Mesafe**	**Boşta Geçen Saat**	**İşte Geçen Saat**	**Toplam Çalışma Saati**	**Beklenen Çalışma Saati (8 Saat x Rapor günü)**	**Beklenen Saate Göre İşte Geçen Saat Kullanımı**	**Beklenen Saate Göre Toplam Saat Kullanımı**	**Verimlilik**
B9D04508	0	8,5	15,5	24,0	232,0	6,7%	10,3%	64,6%
B9D04590	566	19,4	63,0	82,5	232,0	27,2%	35,6%	76,4%
B9D04597	0	21,2	53,8	75,0	232,0	23,2%	32,3%	71,7%
B9D04598	0	13,4	22,6	36,0	232,0	9,7%	15,5%	62,8%
B9D04623	0	4,8	18,2	23,0	232,0	7,8%	9,9%	79,1%
B9D04624	0	14,8	66,2	81,0	232,0	28,5%	34,9%	81,7%
B9D04625	0	15,2	62,8	78,0	232,0	27,1%	33,6%	80,5%
B9D04629	0	23,9	80,1	104,0	232,0	34,5%	44,8%	77,0%
B9D04630	0	11,8	46,3	58,0	232,0	20,0%	25,0%	79,8%
B9D04631	0	5,4	24,7	30,0	232,0	10,6%	12,9%	82,3%
B9D04644	0	19,6	55,4	75,0	232,0	23,9%	32,3%	73,9%
B9D04670	351	15,0	51,4	66,4	232,0	22,2%	28,6%	77,4%
B9D04678	176	14,3	23,3	37,6	232,0	10,0%	16,2%	62,0%
B9D04679	291	31,0	64,8	95,9	232,0	27,9%	41,3%	67,6%
B9D04684	470	24,5	38,8	63,3	232,0	16,7%	27,3%	61,3%
BJ601053	449	57,8	101,7	159,5	232,0	43,8%	68,8%	63,8%
ELR00192	0	19,7	107,3	127,0	232,0	46,3%	54,7%	84,5%
LCS02339	169	42,7	51,8	94,5	232,0	22,3%	40,7%	54,8%
LCS02426	153	32,1	83,2	115,3	232,0	35,9%	49,7%	72,2%
LJJ00478	523	0,0	0,0	75,0	232,0	0	32,3%	0,0%

LJJ00481	486	0,0	0,0	84,4	232,0	0	36,4%	0,0%
LJJ00482	227	0,0	0,0	70,1	232,0	0	30,2%	0,0%
LJJ00513	262	0,0	0,0	108,9	232,0	0	46,9%	0,0%
LJJ00514	177	0,0	0,0	76,1	232,0	0	32,8%	0,0%
LJJ00515	425	0,0	0,0	76,3	232,0	0	32,9%	0,0%
LJJ00516	223	0,0	0,0	69,1	232,0	0	29,8%	0,0%
LJJ00518	194	0,0	0,0	74,3	232,0	0	32,0%	0,0%
LJJ00519	354	0,0	0,0	85,6	232,0	0	36,9%	0,0%
LJJ00524	436	0,0	0,0	66,9	232,0	0	28,8%	0,0%
LNR01234	151	0,0	0,0	68,1	232,0	0	29,4%	0,0%
M5K00663	636	18,2	74,5	92,7	232,0	32,1%	40,0%	80,4%
M5K00664	117	28,2	23,3	51,5	232,0	10,0%	22,2%	45,2%
P6K00309	50	8,1	20,6	28,8	232,0	8,9%	12,4%	71,5%
P6K00589	136	18,0	42,6	60,6	232,0	18,4%	26,1%	70,3%
PCW00319	319	11,4	49,1	60,5	232,0	21,2%	26,1%	81,2%
RKY03068	25	0,0	0,0	78,7	232,0	0	33,9%	0,0%
TZL00609	9	17,6	64,3	81,9	232,0	27,7%	35,3%	78,5%
TZL00610	3	24,6	118,6	143,3	232,0	51,1%	61,8%	82,8%
XFA03940	7	0,0	0,0	87,9	232,0	0	37,9%	0,0%
	7.385,0	**521,2**	**1.423,9**	**2.966,7**	**9.048,0**	**16%**	**32,8%**	**48,0%**

Çizelge 4.5 Yakıt Tüketim Grafiği



Çizelge 4.6 Yakıt Tüketimi Tablosu

			Boşta			İşte			Toplam Çalışmada			
Makina Seri Numarası	**Ürün Ailesi**	**Rapor Günü**	**Boşta Tüketilen Yakıt (l)**	**Çalışılan Saat**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)**	**İşte Tüketilen Yakıt (l)**	**Çalışılan Saat3**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)4**	**Tüketilen Yakıt (l)5**	**Saat6**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)42**	**Verimlilik**
B9D04508	GREYDER	29	24,1	8,5	2,8	266,9	15,5	17,2	290,5	24,0	12,1	64,6%
B9D04590	GREYDER	29	47,8	19,4	2,5	1.098,2	63,0	17,4	1.146,0	82,5	13,9	76,4%
B9D04597	GREYDER	29	54,9	21,2	2,6	963,9	53,8	17,9	1.018,7	75,0	13,6	71,7%
B9D04598	GREYDER	29	36,4	13,4	2,7	360,6	22,6	16,0	397,0	36,0	11,0	62,8%
B9D04623	GREYDER	29	13,7	4,8	2,9	302,8	18,2	16,6	316,1	23,0	13,7	79,1%
B9D04624	GREYDER	29	43,1	14,8	2,9	1.394,0	66,2	21,1	1.437,0	81,0	17,7	81,7%
B9D04625	GREYDER	29	42,6	15,2	2,8	1.130,9	62,8	18,0	1.173,5	78,0	15,0	80,5%
B9D04629	GREYDER	29	62,5	23,9	2,6	1.454,5	80,1	18,2	1.517,0	104,0	14,6	77,0%
B9D04630	GREYDER	29	32,2	11,8	2,7	846,5	46,3	18,3	878,7	58,0	15,1	79,8%
B9D04631	GREYDER	29	16,1	5,4	3,0	409,3	24,7	16,6	425,4	30,0	14,2	82,3%
B9D04644	GREYDER	29	49,2	19,6	2,5	986,6	55,4	17,8	1.035,8	75,0	13,8	73,9%
B9D04670	GREYDER	29	43,5	15,0	2,9	902,8	51,4	17,6	946,4	66,4	14,3	77,4%
B9D04678	GREYDER	29	42,1	14,3	2,9	352,0	23,3	15,1	394,2	37,6	10,5	62,0%
B9D04679	GREYDER	29	84,2	31,0	2,7	1.074,1	64,8	16,6	1.158,3	95,9	12,1	67,6%
B9D04684	GREYDER	29	58,2	24,5	2,4	617,0	38,8	15,9	675,2	63,3	10,7	61,3%
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	218,1	57,8	3,8	2.261,3	101,7	22,2	2.479,4	159,5	15,5	63,8%
ELR00192	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	100,8	19,7	5,1	4.332,9	107,3	40,4	4.433,7	127,0	34,9	84,5%

LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	29	219,6	42,7	5,1	1.441,3	51,8	27,8	1.660,8	94,5	17,6	54,8%
LCS02426	PALETLİ YÜKLEYİCİ	29	180,8	32,1	5,6	2.170,0	83,2	26,1	2.350,7	115,3	20,4	72,2%
LNR01234	BEKO YÜKLEYİCİ	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
M5K00663	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	60,1	18,2	3,3	1.991,6	74,5	26,7	2.051,7	92,7	22,1	80,4%
M5K00664	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	78,5	28,2	2,8	427,3	23,3	18,3	505,8	51,5	9,8	45,2%
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	29	25,1	8,1	3,1	402,2	20,6	19,5	427,3	28,8	14,8	71,5%
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	29	46,4	18,0	2,6	742,9	42,6	17,4	789,3	60,6	13,0	70,3%
PCW00319	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	45,4	11,4	4,0	915,6	49,1	18,6	961,0	60,5	15,9	81,2%
TZL00609	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	89,9	17,6	5,1	2.081,0	64,3	32,4	2.170,9	81,9	26,5	78,5%
TZL00610	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	103,6	24,6	4,2	2.701,8	118,6	22,8	2.805,5	143,3	19,6	82,8%
		Toplam	**1.818,9**	**521,2**	**3,5**	**31.628,1**	**1.423,9**	**22,2**	**33.446,0**	**1.945,3**	**17,2**	**73,2%**

Çizelge 4.7 S.O.S değerleri tablosu

Seri Numarası	Ürün Ailesi	Komponent	Numune Alınma Saati	Yorum	Son Durumu	Son Durum Açıklaması
B9D04508	GREYDER	TANDEM SOL	1.000	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04508	GREYDER	TANDEM SAĞ	1.000	Yağda problem yoktur.	Normal	BAKIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04508	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	1.000	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ TOZ VARDIR
B9D04508	GREYDER	MOTOR	1.000	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04508	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	1.000	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	BAKIR DEMIR KURSUN ALUMINYUM DEGERINI TAKIP EDINIZ FILTREYI KONTROL EDINIZ
B9D04597	GREYDER	TANDEM SOL	1.270	Yağda problem yoktur.	Normal	ALUMINYUM DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04597	GREYDER	TANDEM SAĞ	1.270	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04597	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	1.270	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04597	GREYDER	MOTOR	1.270	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	TOZ VARDIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04597	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	1.270	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ

				bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.		
B9D04598	GREYDER	TANDEM SOL	1.007	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04598	GREYDER	TANDEM SAĞ	1.007	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04598	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	1.260	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04598	GREYDER	MOTOR	1.007	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04598	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	1.260	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04625	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	1.015	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04625	GREYDER	MOTOR	1.015	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	TOZ VARDIR
B9D04631	GREYDER	TANDEM SOL	262	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04631	GREYDER	TANDEM SAĞ	262	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04631	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	780	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04678	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	250	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR. FILTREYI KONTROL EDINIZ
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	2.055	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	MOTOR	2.055	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.

BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	HİDROLİK SİSTEM	2.055	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ÖN	2.055	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Önceki numune de problemliydi. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problem düzelmezse komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	BAKIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
BJ601053	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ARKA	2.055	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Önceki numune de problemliydi. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problem düzelmezse komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	BAKIR DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
ELR00192	PALETLİ EKSKAVATÖR	MOTOR	1.320	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
ELR00192	PALETLİ EKSKAVATÖR	KULE TAHRİK	1.320	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	MOTOR	1.050	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	ÇOK ARTAN KURUM SEVİYESİ, HAVA/YAKIT ORANINA, EMİŞİN KISITLI OLMASINA, AŞIRI YÜKE, BLOWBY ORANINA, DÜŞÜK MOTOR SICAKLIĞINA BAĞLI OLABİLİR.
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	HİDROSTATİK ŞANZIMAN	1.050	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	PARCACIK DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	CER ARKA SOL	1.050	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	1.050	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	MANYETİK TAPADA ÇAPAK KONTROLÜ YAPINIZ.
LCS02426	PALETLİ YÜKLEYİCİ	MOTOR	500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	BAKIR DEGERINI TAKIP EDINIZ

LCS02426	PALETLİ YÜKLEYİCİ	CER ARKA SOL	500	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. MANYETİK TAPADA ÇAPAK KONTROLÜ YAPINIZ.
LCS02426	PALETLİ YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	500	Yağda problem yoktur.	Normal	MANYETİK TAPADA ÇAPAK KONTROLÜ YAPINIZ.
LJJ00478	BEKO YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	760	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00478	BEKO YÜKLEYİCİ	MOTOR	760	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00478	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	760	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00482	BEKO YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	790	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00482	BEKO YÜKLEYİCİ	MOTOR	790	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00482	BEKO YÜKLEYİCİ	HİDROLİK SİSTEM	790	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00482	BEKO YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ÖN	790	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00482	BEKO YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ARKA	790	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR BAKIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00513	BEKO YÜKLEYİCİ	MOTOR	500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00513	BEKO YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ÖN	500	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00513	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ÖN SAĞ	500	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00513	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SOL	500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR KROM DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00513	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	500	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR KROM DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE

						GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR. DISLI ASINMASI OLABILIR
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	MOTOR	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	HİDROLİK SİSTEM	254	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR.
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ÖN SOL	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR.
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ÖN SAĞ	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR.
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SOL	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LJJ00514	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	254	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. NUMUNEDE GÖZLE GÖRÜNÜR METAL TESPİT EDİLMİŞTİR.
LJJ00515	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ARKA SAĞ	510	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
LJJ00516	BEKO YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	250	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
LNR01234	BEKO YÜKLEYİCİ	CER ÖN SOL	500	Yağda problem yoktur.	Normal	BAKIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	ŞANZIMAN POWER SHIFT	1.000	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	BAKIR KURSUN SILIKON DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	DİFRANSİYEL ÖN	1.000	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	PARCACIK DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	DİFRANSİYEL ARKA	1.000	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı	Takip Ediliyor	PARCACIK DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR

				bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.		
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	CER ÖN SAĞ	1.000	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SOL	1.000	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	BAKIR DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR PARCACIK DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR
P6K00309	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SAĞ	1.000	Yağda problem yoktur.	Normal	BAKIR DEMIR DEGERI SISTEM ICIN YUKSEK GORUNMEKTEDIR
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	ŞANZIMAN POWER SHIFT	750	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	BAKIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	HİDROLİK SİSTEM	750	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	DİFRANSİYEL ÖN	523	Yağda problem yoktur.	Normal	BAKIR DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
P6K00589	LASTİKLİ EKSKAVATÖR	DİFRANSİYEL ARKA	523	Yağda problem yoktur.	Normal	BAKIR DEMIR KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ TEKRAR NUMUNE GONDERINIZ
PCW00319	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	1.500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	TEKRAR NUMUNE GONDERINIZ
PCW00319	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	MOTOR	1.500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	TEKRAR NUMUNE GONDERNIZ
PCW00319	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	HİDROLİK SİSTEM	1.500	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	TEKRAR NUMUNE GONDERINIZ

Çizelge 4.8 PL Uyarı tablosu

Satır Etiketleri	Alınabilecek Önlem	B9D04508	B9D04590	B9D04597	B9D04624	B9D04625	B9D04630	B9D04644	B9D04678	LJJ00478	LJJ00481	LJJ00516	LJJ00519	M5K00663	P6K00589	Genel Toplam
Direksiyon sisteminde aksaklık	Bu aksaklığa sebebiyet veren arıza araştırılarak çözülmelidir. Ekrana gelecek arıza kodları, bu aksaklığın sebebini gösterir.	4														**4**
Tekerlek yatırma pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli	1				1	2									**4**
Beyinler arası data hattı bağlantı hatası	Beyinler arasındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli		1	3												**4**
Monitor düzgün çalışmıyor	Monitör data link hatları ve ECMlerin yazılım dosyaları kontrol edilmeli, değilse monitör değiştirilmeli		1	3												**4**
Yüksek motor devri	Operatör makinayı uygun viteste kullanmalı. Yüksek viteste yokuş aşağı inildiğinde ya da yüksek hızda iken vites düşürüldüğünde bu uyarı oluşur.		1		1			1	1							**4**
Belden kırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli	1				1	2									**4**

Düşük motor yağ basıncı	Öncelikle motor yağ seviyesi ve motor yağında yakıt/antifiriz olup olmadığı kontrol edilmeli, normal ise motor yağ basıncı manuel saat ile ölçülmeli, katalog değerinin altında ise motor yağ pompası ve hatları, en son olarak da motor kontrol edilmelidir.										1	2				**3**
10 Volt DC Sensör besleme akımı düşük	İlgili beyinden sensörlere giden ortak 10V DC besleme kablosu kontrol edilmeli	3														**3**
Makine hareket halinde iken park frenini çekme	Operatör uyarılarak, makine ancak tam durduktan sonra park frenini çekmesi sağlanmalıdır, yoksa park fren balatalarının ömrü çabuk bitecektir.															**3**
Vites kolu sensörü düzgün çalışmıyor	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli												1			**2**
Bıçağı sağa kaldırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve tesisatı kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli.	2														**2**
HEUI pompasının kontrol bobini akımı düşük	Bobin bağlantı kabloları kontrol edilmeli,değilse HEUI pompası test edilip gerekirse değiştirilmeli	2														**2**
Elektrik sistemi voltajı düşük	Aküler ve şarj dinamosu kontrol edilmeli, değilse bu uyarıyı veren beynin voltaj besleme kabloları kontrol edilmelidir.	2														**2**

Makine takip sistemi uydu ile bağlantı kuramıyor	Makine takip sisteminin anteni ve radyo beyni bağlantıları kontrol edilmeli, değilse radyo beyni değiştirilmeli	1						1								**2**
Yakıt hattı basıncı düşük	Öncelikle yakıt hattı geri dönüş regülatör valfi , değilse düşük yakıt basıncına sebep olabilecek enjektör ve yakıt pompasındaki iç kaçaklar test ve kontrol edilmelidir.													1		**2**
Bıçak sol kaldırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve montajı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli	1														**1**
Tüm tekerleklerden çekiş kontrolü düğmesi düzensiz çalışıyor.	Düğme bağlantı kabloları kontrol edilmeli, düzelmez ise düğme değiştirilmelidir.									1						**1**
Hidrolik kilit düğmesi voltajı düşük	Düğme bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, düzelmez ise düğme değiştirilmeli															**1**
SAE J1939 adlı data hattı bağlantı hatası	Beyinler arasındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli														1	**1**
Komut verilmediği halde belden kırma hareket ediyor	Belden kırmanın valfi ve pozisyon sensörü kontrol edilmeli					1										**1**
1 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse kalibrasyonları kontrol	1														**1**

voltajı yüksek	edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli															
Bıçak kaydırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve tesisatı kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli.	1														**1**
8 Volt DC besleme akımı düşük	İlgili beyinden sensörlere giden ortak 8V DC besleme kablosu kontrol edilmeli	1														**1**
Turbo hava giriş basınç sensörü voltaj yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli						1									**1**
2 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse kalibrasyonları kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli	1														**1**
Makina belden kırma açı sensörü voltaj yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli,voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli	1														**1**
Yükleyici sisteme ait harici B valfi bobinin akımı düşük	Bobin bağlantı kabloları kontrol edilmeli,değilse bobin değiştirilmeli.									1						**1**
																0
Genel Toplam		**22**	**3**	**6**	**1**	**3**	**5**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**57**

Çizelge 4.9 PL Uyarı detayları tablosu

Makina Seri Numarası	Uyarı Tipi	Kodu	Uyarının Geldiği Beyin	Uyarının Muhtemel Sebebi	Türkçe Açıklama	Alınabilecek Önlem
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1482 FMI:4	Şanzuman / Şase	Parça veya tesisat	10 Volt DC Sensör besleme akımı düşük	İlgili beyinden sensörlere giden ortak 10V DC besleme kablosu kontrol edilmeli
B9D04508	Olay	EID:192	Şanzuman / Şase	Parça veya tesisat	Direksiyon sisteminde aksaklık	Bu aksaklığa sebebiyet veren arıza araştırılarak çözülmelidir. Ekrana gelecek arıza kodları, bu aksaklığın sebebini gösterir.
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1472 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	1 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse kalibrasyonları kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1482 FMI:4	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	10 Volt DC Sensör besleme akımı düşük	İlgili beyinden sensörlere giden ortak 10V DC besleme kablosu kontrol edilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:168 FMI:4	Şanzuman / Şase	Parça veya tesisat	Elektrik sistemi voltajı düşük	Aküler ve şarj dinamosu kontrol edilmeli, değilse bu uyarıyı veren beynin voltaj besleme kabloları kontrol edilmelidir.
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:168 FMI:4	Şanzuman / Şase	Parça veya tesisat	Elektrik sistemi voltajı düşük	Aküler ve şarj dinamosu kontrol edilmeli, değilse bu uyarıyı veren beynin voltaj besleme kabloları kontrol edilmelidir.
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:41 FMI:4	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	8 Volt DC besleme akımı düşük	İlgili beyinden sensörlere giden ortak 8V DC besleme kablosu kontrol edilmeli
B9D04508	Olay	EID:192	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Direksiyon sisteminde aksaklık	Bu aksaklığa sebebiyet veren arıza araştırılarak çözülmelidir. Ekrana gelecek arıza kodları, bu aksaklığın sebebini gösterir.
B9D04508	Olay	EID:192	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Direksiyon sisteminde aksaklık	Bu aksaklığa sebebiyet veren arıza araştırılarak çözülmelidir. Ekrana gelecek arıza kodları, bu aksaklığın sebebini gösterir.
B9D04508	Olay	EID:192	Şanzuman / Şase	Parça veya tesisat	Direksiyon sisteminde aksaklık	Bu aksaklığa sebebiyet veren arıza araştırılarak çözülmelidir. Ekrana gelecek arıza kodları, bu aksaklığın sebebini gösterir.
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1471 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	2 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse kalibrasyonları kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:42 FMI:5	Motor	Parça veya tesisat	HEUI pompasının kontrol bobini akımı düşük	Bobin bağlantı kabloları kontrol edilmeli,değilse HEUI pompası test edilip gerekirse değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:615 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Makina belden kırma açı sensörü voltaj yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli,voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1250 FMI:9	PL300 Beyni (UYDU	Parça veya tesisat	Makine takip sistemi uydu ile bağlantı kuramıyor	Makine takip sisteminin anteni ve radyo beyni bağlantıları kontrol edilmeli, değilse radyo beyni değiştirilmeli

			Makina Takip Cihazı)			
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:2151 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Bıçağı sağa kaldırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve tesisatı kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli.
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:2146 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Belden kırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:2150 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Bıçak sol kaldırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve montajı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:2152 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Tekerlek yatırma pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:2154 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Bıçak kaydırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları ve tesisatı kontrol edilmeli, düzelmez ise sensör değiştirilmeli.
B9D04590	Olay	EID:362	Motor	Makina Kullanımı	Yüksek motor devri	Operatör makinayı uygun viteste kullanmalı. Yüksek viteste yokuş aşağı inildiğinde ya da yüksek hızda iken vites düşürüldüğünde bu uyarı oluşur.
B9D04590	Elektriksel Arıza	CID:248 FMI:9	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Beyinler arası data hattı bağlantı hatası	Beyinler arasındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli
B9D04590	Elektriksel Arıza	CID:588 FMI:9	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Monitor düzgün çalışmıyor	Monitör data link hatları ve ECMlerin yazılım dosyaları kontrol edilmeli, değilse monitör değiştirilmeli
B9D04597	Elektriksel Arıza	CID:248 FMI:9	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Beyinler arası data hattı bağlantı hatası	Beyinler arasındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli
B9D04597	Elektriksel Arıza	CID:588 FMI:9	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Monitor düzgün çalışmıyor	Monitör data link hatları ve ECMlerin yazılım dosyaları kontrol edilmeli, değilse monitör değiştirilmeli
B9D04623	Elektriksel Arıza	CID:490 FMI:4	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Hidrolik kilit düğmesi voltajı düşük	Düğme bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, düzelmez ise düğme değiştirilmeli
B9D04624	Olay	EID:362	Motor	Makina Kullanımı	Yüksek motor devri	Operatör makinayı uygun viteste kullanmalı. Yüksek viteste yokuş aşağı inildiğinde ya da yüksek hızda iken vites düşürüldüğünde bu uyarı oluşur.
B9D04625	Elektriksel Arıza	CID:2146 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Belden kırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04625	Elektriksel Arıza	CID:2152 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Tekerlek yatırma pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli

B9D04625	Olay	EID:2085	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Komut verilmediği halde belden kırma hareket ediyor	Belden kırmanın valfi ve pozisyon sensörü kontrol edilmeli
B9D04630	Elektriksel Arıza	CID:1589 FMI:3	Motor	Parça veya tesisat	Turbo hava giriş basınç sensörü voltaj yüksek	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli
B9D04630	Elektriksel Arıza	CID:2146 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Belden kırma levyesi pozisyon sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04630	Elektriksel Arıza	CID:2152 FMI:3	Hidrolik Sistem	Parça veya tesisat	Tekerlek yatırma pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek	Sensör bağlantı kabloları besleme hattı kontrol edilmeli,değilse sensör değiştirilmeli
B9D04644	Elektriksel Arıza	CID:1250 FMI:9	PL300 Beyni (UYDU Makina Takip Cihazı)	Parça veya tesisat	Makine takip sistemi uydu ile bağlantı kuramıyor	Makine takip sisteminin anteni ve radyo beyni bağlantıları kontrol edilmeli, değilse radyo beyni değiştirilmeli
B9D04644	Olay	EID:362	Motor	Makina Kullanımı	Yüksek motor devri	Operatör makinayı uygun viteste kullanmalı. Yüksek viteste yokuş aşağı inildiğinde ya da yüksek hızda iken vites düşürüldüğünde bu uyarı oluşur.
B9D04678	Olay	EID:362	Motor	Makina Kullanımı	Yüksek motor devri	Operatör makinayı uygun viteste kullanmalı. Yüksek viteste yokuş aşağı inildiğinde ya da yüksek hızda iken vites düşürüldüğünde bu uyarı oluşur.
BJ601053	Olay	EID:627	Şanzuman	Makina Kullanımı	Makine hareket halinde iken park frenini çekme	Operatör uyarılarak, makine ancak tam durduktan sonra park frenini çekmesi sağlanmalıdır, yoksa park fren balatalarının ömrü çabuk bitecektir.
LJJ00478	Elektriksel Arıza	CID:2243 FMI:5	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Yükleyici sisteme ait harici B valfi bobinin akımı düşük	Bobin bağlantı kabloları kontrol edilmeli,değilse bobin değiştirilmeli.
LJJ00478	Elektriksel Arıza	CID:517 FMI:2	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Tüm tekerleklerden çekiş kontrolü düğmesi düzensiz çalışıyor.	Düğme bağlantı kabloları kontrol edilmeli, düzelmez ise düğme değiştirilmelidir.
LJJ00481	Olay	EID:360	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Düşük motor yağ basıncı	Öncelikle motor yağ seviyesi ve motor yağında yakıt/antifiriz olup olmadığı kontrol edilmeli, normal ise motor yağ basıncı manuel saat ile ölçülmeli, katalog değerinin altında ise motor yağ pompası ve hatları, en son olarak da motor kontrol edilmelidir.
LJJ00482	Elektriksel Arıza	CID:702 FMI:2	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Vites kolu sensörü düzgün çalışmıyor	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli
LJJ00516	Olay	EID:360	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Düşük motor yağ basıncı	Öncelikle motor yağ seviyesi ve motor yağında yakıt/antifiriz olup olmadığı kontrol edilmeli, normal ise motor yağ basıncı manuel saat ile ölçülmeli, katalog değerinin altında ise motor yağ pompası ve hatları, en son olarak da motor kontrol edilmelidir.
LJJ00519	Elektriksel Arıza	CID:702 FMI:2	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	Vites kolu sensörü düzgün çalışmıyor	Sensör bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, değilse sensör değiştirilmeli

M5K00663	Olay	EID:398	Motor	Makina Kullanımı veya parça	Yakıt hattı basıncı düşük	Öncelikle yakıt hattı geri dönüş regülatör valfi, değilse düşük yakıt basıncına sebep olabilecek enjektör ve yakıt pompasındaki iç kaçaklar test ve kontrol edilmelidir.
P6K00309	Olay	EID:398	Motor	Makina Kullanımı veya parça	Yakıt hattı basıncı düşük	Öncelikle yakıt hattı geri dönüş regülatör valfi, değilse düşük yakıt basıncına sebep olabilecek enjektör ve yakıt pompasındaki iç kaçaklar test ve kontrol edilmelidir.
P6K00589	Elektriksel Arıza	CID:247 FMI:9	Makina Kontrol	Parça veya tesisat	SAE J1939 adlı data hattı bağlantı hatası	Beyinler arasındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli
D04508	Elektriksel Arıza	CID:1482 FMI:4	10 Volt Sensor DC Power Supply: Voltage Below Normal	Yüksek	'Şanzuman / Şase' beyninden '10 Volt DC Sensör besleme akımı düşük' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Olay	EID:192	Steering System Malfunction	Yüksek	'Şanzuman / Şase' beyninden 'Direksiyon sisteminde aksaklık' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1472 FMI:3	Steering Control Position Sensor #2: Voltage Above Normal	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden '1 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1482 FMI:4	10 Volt Sensor DC Power Supply: Voltage Below Normal	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden '10 Volt DC Sensör besleme akımı düşük' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:168 FMI:4	Electrical System Voltage: Voltage Below Normal	Yüksek	'Şanzuman / Şase' beyninden 'Elektrik sistemi voltajı düşük' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:168 FMI:4	Electrical System Voltage: Voltage Below Normal	Yüksek	'Şanzuman / Şase' beyninden 'Elektrik sistemi voltajı düşük' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 2 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:41 FMI:4	8 Volt DC Supply: Voltage Below Normal	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden '8 Volt DC besleme akımı düşük' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Olay	EID:192	Steering System Malfunction	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden 'Direksiyon sisteminde aksaklık' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 2 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Olay	EID:192	Steering System Malfunction	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden 'Direksiyon sisteminde aksaklık' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	
B9D04508	Olay	EID:192	Steering System Malfunction	Yüksek	'Şanzuman / Şase' beyninden 'Direksiyon sisteminde aksaklık' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 2 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.	

B9D04508	Elektriksel Arıza	CID:1471 FMI:3	Steering Control Position Sensor #1: Voltage Above Normal	Yüksek	'Hidrolik Sistem' beyninden '2 nolu direksiyon pozisyon kontrol sensörü voltajı yüksek' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
B9D04597	Elektriksel Arıza	CID:248 FMI:9	@CatDatalinkLong@ not communicating	Orta	'Hidrolik Sistem' beyninden 'Beyinler arası data hattı bağlantı hatası' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
B9D04597	Elektriksel Arıza	CID:588 FMI:9	Monitor System Display: Abnormal Update Rate	Orta	'Hidrolik Sistem' beyninden 'Monitor düzgün çalışmıyor' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
BJ601053	Olay	EID:627	Parking Brake Applied with Machine in Motion	Yüksek	'Şanzuman' beyninden 'Makine hareket halinde iken park frenini çekme' uyarısı alınmış. Bu uyarı önceki dönemde de 1 defa tekrarlanmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
LJJ00478	Elektriksel Arıza	CID:2243 FMI:5	Loader Auxiliary Valve Port B Solenoid: Current Below Normal	Orta	
LJJ00478	Elektriksel Arıza	CID:517 FMI:2	All Wheel Drive Switch: Erratic, Intermittent, or Incorrect	Orta	
LJJ00481	Olay	EID:360	Low Engine Oil Pressure	Yüksek	'Makina Kontrol' beyninden 'Düşük motor yağ basıncı' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
LJJ00482	Elektriksel Arıza	CID:702 FMI:2	Transmission Gear Lever Selector Sensor (Switch): Erratic, Intermittent, or Incorrect	Orta	
LJJ00516	Olay	EID:360	Low Engine Oil Pressure	Yüksek	'Makina Kontrol' beyninden 'Düşük motor yağ basıncı' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
LJJ00519	Elektriksel Arıza	CID:702 FMI:2	Transmission Gear Lever Selector Sensor (Switch): Erratic, Intermittent, or Incorrect	Orta	
M5K00663	Olay	EID:398	Low Fuel Rail Pressure	Orta	
P6K00309	Olay	EID:398	Low Fuel Rail Pressure	Orta	
P6K00589	Elektriksel Arıza	CID:247 FMI:9	SAE J1939 Data Link: Abnormal Update Rate	Yüksek	'Makina Kontrol' beyninden 'SAE J1939 adlı data hattı bağlantı hatası' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.

Çizelge 4.10 Revizyon takvimi tablosu

Makina Seri Numarası	Ürün Ailesi	Çalışma Saati	Tavsiye Edilen Onarım Saati	Onarım Zamanı	Komponent Kodu	Job Kodu	Onarım Açıklaması	Komponent Grup No	Komponent Miktarı
B9D04508	GREYDER	1.043	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04590	GREYDER	306	1	Zamanı Geldi	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04597	GREYDER	1.484	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04598	GREYDER	1.519	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04623	GREYDER	1.081	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04624	GREYDER	1.279	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04625	GREYDER	1.161	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04629	GREYDER	933	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04630	GREYDER	982	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04631	GREYDER	936	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04644	GREYDER	863	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04670	GREYDER	931	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04678	GREYDER	702	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04679	GREYDER	658	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
B9D04684	GREYDER	778	1	Gecikmiş	3066	020	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1

LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	1.125	3.000	Yaklaşıyor	4154	558	CARRIER ROLLER RESHELL EACH	235-5974	4
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	1.125	3.000	Yaklaşıyor	4155	510	SPROCKET SEGMENT REPLACE EACH	308-6853	10
LCS02339	PALETLİ YÜKLEYİCİ	1.125	3.000	Yaklaşıyor	4157	020	TRACK ADJUSTER RECONDITION EACH	236-7890	2

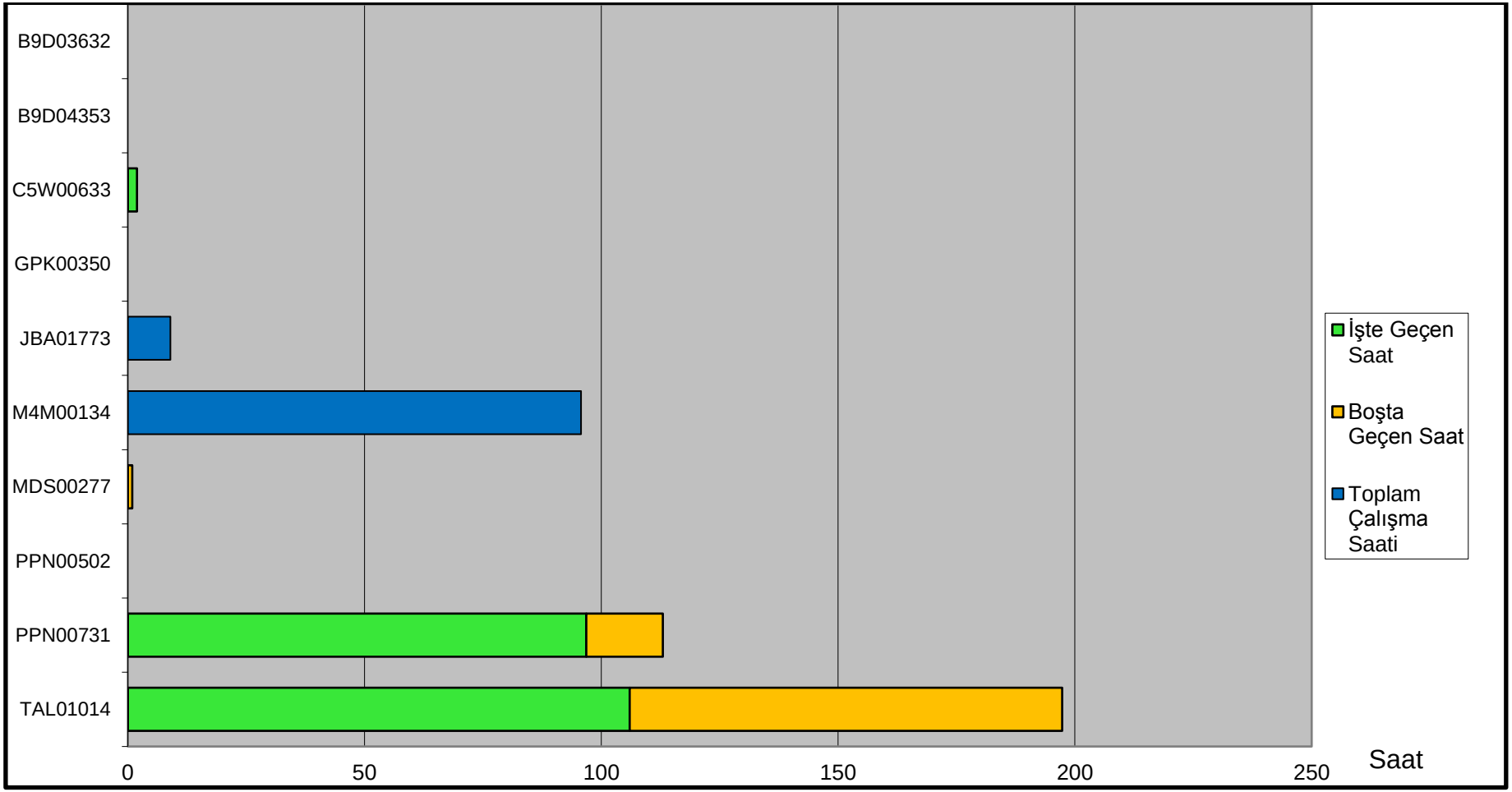
Çizelge 4.11 inşaat firması filosu genel durum tablosu

Seri Numarası	Model	Ürün Ailesi	Çalışma Saati	'PL Cihazı' Hakkında Yorum	'Makina Kullanımı' Hakkında Yorum	'Yakıt Tüketimi' Hakkında Yorum	'SOS Analizleri' Hakkında Yorum
B9D03632	140M	GREYDER	3.678	PL Cihazı 123 gündür bilgi göndermiyor. Bir haftadan uzun süredir makine çalışmıyorsa bu normal. Makine çalışıyorsa, PL cihazı, anteni ve tesisat kontrol edilmeli. *** Bilgi göndermeyen makinalarda saat, yakıt ve performans hesapları hatalı olabilir.***	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ Analizine göre 2 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.
B9D04353	140M	GREYDER	1.348	PL Cihazı 73 gündür bilgi göndermiyor. Bir haftadan uzun süredir makine çalışmıyorsa bu normal. Makine çalışıyorsa, PL cihazı, anteni ve tesisat kontrol edilmeli. *** Bilgi göndermeyen makinalarda saat, yakıt ve performans hesapları hatalı olabilir.***	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ Analizine göre 2 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	PL Cihazı 8 gündür bilgi göndermiyor. Bir haftadan uzun süredir makine çalışmıyorsa bu normal. Makine çalışıyorsa, PL cihazı, anteni ve tesisat kontrol edilmeli. *** Bilgi göndermeyen makinalarda saat, yakıt ve performans hesapları hatalı olabilir.***	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ Analizine göre 4 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.
GPK00350	324DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	1.041	PL Cihazı düzgün çalışıyor.	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Boşta tüketilen yakıt normal aralıktadır.	SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.
JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	PL Cihazı düzgün çalışıyor.	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.		SOS Yağ analizlerinde problem görülmemiştir.
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	PL Cihazı düzgün çalışıyor.	Boşta geçen çalışma süreleri normal aralıktadır.	Makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla (% 100). Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.	SOS Yağ Analizine göre 2 komponentin yağında problem var. 'SOS' Tablosunu inceleyiniz.

Çizelge 4.11 inşaat firması filosu genel durum tablosu

Seri Numarası	Model Yılı	Model	Ürün Ailesi	Cihazın Son Bilinen Durumu	Son Rapor Tarihindeki Makina Çalışma Saati	Son Rapor Tarihindeki Cihazın Kilometre Sayacı (km)	Son Rapor Tarihindeki Ömür Boyu Yakıt (lt)	Çalışma Yeri	Aylık Yakıt Tüketimi (lt)	Aylık Makina Kullanımı (Saat)
B9D03632	2011	140M	GREYDER	Rapor Göndermiyor	3.678	-	57.679	Düzce	0,0	0,0
B9D04353	2013	140M	GREYDER	Rapor Göndermiyor	1.348	-	16.999	Trabzon	0,0	0,0
C5W00633	2012	CS54	SİLİNDİR	Rapor Göndermiyor	2.171	1.605	30.665	Düzce	4,7	1,9
GPK00350	2014	324DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Raporluyor	1.041	72	19.426	Trabzon	0,0	0,0
JBA01773	2011	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	Raporluyor	6.750	3.303	-	Düzce		
M4M00134	2014	CS56B	SİLİNDİR	Raporluyor	1.091	1.548	-	Balıkesir		
MDS00277	2012	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Raporluyor	6.471	308	204.197	Düzce	4,7	0,9
PPN00502	2011	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Rapor Göndermiyor	8.814	-	273.819	Düzce	0,0	0,0
PPN00731	2011	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Raporluyor	7.135	-	123.379	Balıkesir	4183,4	113,0
TAL01014	2011	966H	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	Raporluyor	4.577	1.183	8.520	Balıkesir	3237,5	197,4

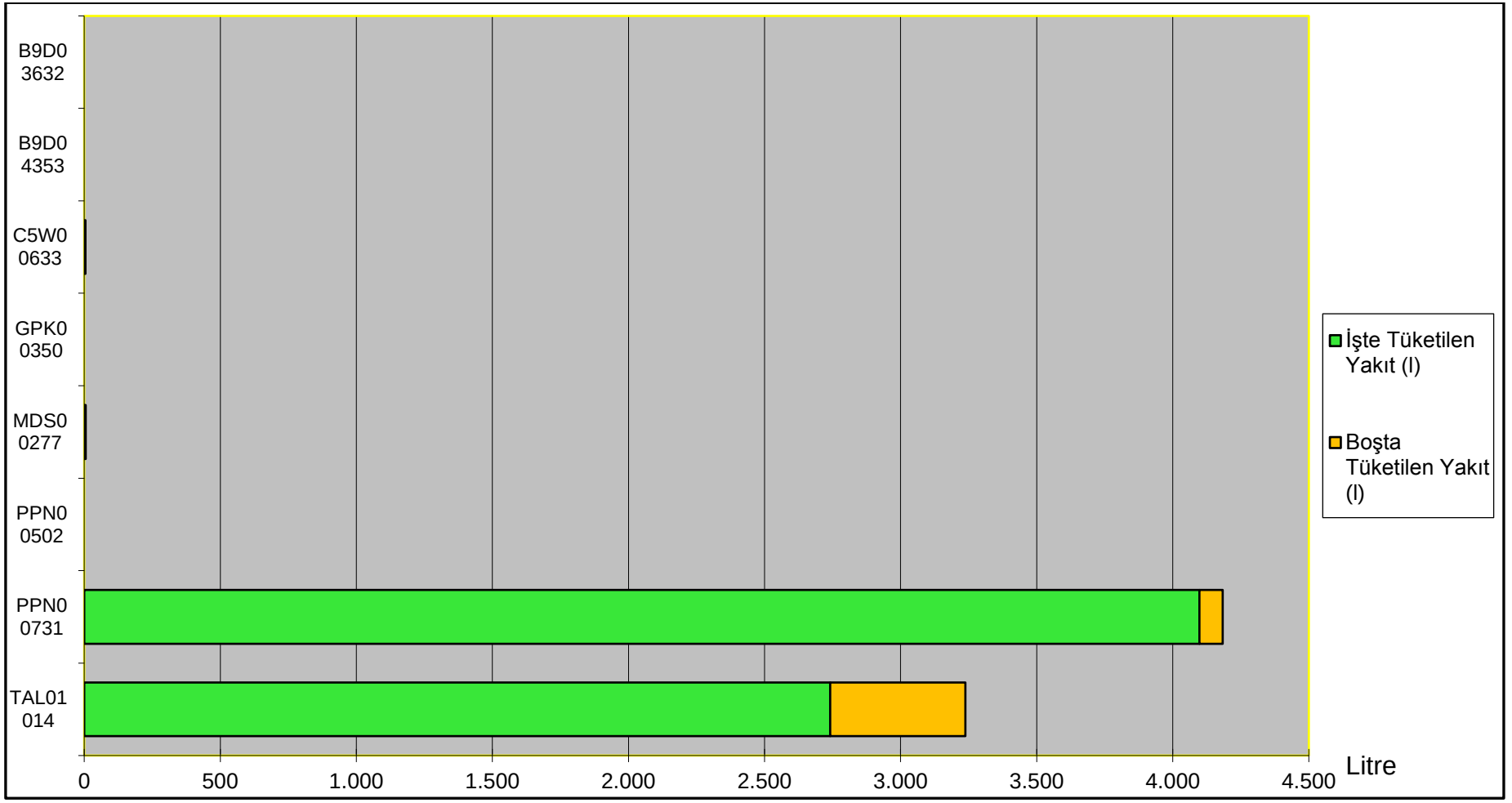
Çizelge 4.12 inşaat firması filosu makine kullanım grafiği



Çizelge 4.13 inşaat firması filosu makine kullanım tablosu

						Saat			Performans			
Makina Seri Numarası	**Model Yılı**	**Model**	**Ürün Ailesi**	**Rapor Günü**	**Kat Edilen Mesafe**	**Boşta Geçen Saat**	**İşte Geçen Saat**	**Toplam Çalışma Saati**	**Beklenen Çalışma Saati (8 Saat x Rapor günü)**	**Beklenen Saate Göre İşte Geçen Saat Kullanımı**	**Beklenen Saate Göre Toplam Saat Kullanımı**	**Verimlilik**
B9D03632	2011	140M	GREYDER	29	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	0,0%
B9D04353	2013	140M	GREYDER	29	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	0,0%
C5W00633	2012	CS54	SİLİNDİR	29	0	0,0	1,9	1,9	232,0	0,8%	0,8%	100,0%
JBA01773	2011	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	29	65	0,0	0,0	9,0	232,0	0	3,9%	0,0%
M4M00134	2014	CS56B	SİLİNDİR	29	97	0,0	0,0	95,7	232,0	0	41,3%	0,0%
MDS00277	2012	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	0	0,9	0,0	0,9	232,0	0	0,4%	0,0%
PPN00502	2011	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	0,0%
PPN00731	2011	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	0	16,2	96,8	113,0	232,0	41,7%	48,7%	85,7%
TAL01014	2011	966H	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	412	91,3	106,0	197,4	232,0	45,7%	85,1%	53,7%
				Toplam	**574,0**	**108,4**	**204,7**	**417,9**	**1.392,0**	**15%**	**30,0%**	**49,0%**

Çizelge 4.14 inşaat firması filosu yakıt tüketim grafiği



Çizelge 4.15 inşaat firması filosu yakıt tüketim tablosu

				Boşta			**İşte**			**Toplam Çalışmada**			
Makina Seri Numarası	**Model**	**Ürün Ailesi**	**Rapor Günü**	**Boşta Tüketilen Yakıt (l)**	**Çalışılan Saat**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)**	**İşte Tüketilen Yakıt (l)**	**Çalışılan Saat3**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)4**	**Tüketilen Yakıt (l)5**	**Saat6**	**Yakıt Sarfiyatı (l/saat)42**	**Verimlilik**
B9D03632	140M	GREYDER	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
B9D04353	140M	GREYDER	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	29	0,0	0,0	0,0	4,7	1,9	2,5	4,7	1,9	2,5	100,0%
GPK00350	324DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	4,7	0,9	5,3	0,5	0,0	0,0	4,7	0,9	5,3	0,0%
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	29	85,6	16,2	5,3	4.097,7	96,8	42,3	4.183,4	113,0	37,0	85,7%
TAL01014	966H	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	29	496,4	91,3	5,4	2.741,1	106,0	25,9	3.237,5	197,4	16,4	53,7%
			Toplam	**586,7**	**108,4**	**5,4**	**6.844,0**	**204,7**	**33,4**	**7.430,3**	**313,2**	**23,7**	**65,4%**

Çizelge 4.16 inşaat firması filosu S.O.S değer tablosu

Seri Numarası	Ürün Ailesi	Komponent	Numune Alınma Saati	Yorum	Son Durumu	Son Durum Açıklaması
B9D04353	GREYDER	MOTOR	1.018	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D04353	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	1.018	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
C5W00633	SİLİNDİR	MOTOR	1.980	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
C5W00633	SİLİNDİR	HİDROLİK SİSTEM	1.980	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
C5W00633	SİLİNDİR	CER ARKA SOL	1.980	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
C5W00633	SİLİNDİR	CER ARKA SAĞ	1.980	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D03632	GREYDER	TANDEM SOL	3.455	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D03632	GREYDER	TANDEM SAĞ	3.455	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D03632	GREYDER	ŞANZIMAN AYIRMA	3.455	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	ASINMA DEGERLERINI TAKIP EDINIZ

B9D03632	GREYDER	MOTOR	3.455	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
B9D03632	GREYDER	HİDROLİK SİSTEM	3.455	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
B9D04353	GREYDER	TANDEM SOL	1.018	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	BAKIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
C5W00633	SİLİNDİR	AKS	1.980	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	BAKIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
GPK00350	PALETLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SAĞ	1.026	Yağda problem yoktur.	Normal	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
JBA01773	BEKO YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN DÜZ TAHRİK	6.550	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
JBA01773	BEKO YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ÖN	6.550	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
M4M00134	SİLİNDİR	CER ARKA SAĞ	993	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
MDS00277	PALETLİ EKSKAVATÖR	MOTOR	6.262	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	KURSUN DEGERINI TAKIP EDINIZ
MDS00277	PALETLİ EKSKAVATÖR	KULE TAHRİK	5.500	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
MDS00277	PALETLİ EKSKAVATÖR	HİDROLİK SİSTEM	6.262	S.O.S Analizine göre yağda problem devam ediyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, giderilememesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ
MDS00277	PALETLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SAĞ	5.500	Yağda problem yoktur. Önceki numunede görülen problem düzelmiş.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.

PPN00502	PALETLİ EKSKAVATÖR	KULE TAHRİK	8.025	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. TOZ VARDIR
PPN00502	PALETLİ EKSKAVATÖR	HİDROLİK SİSTEM	8.025	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. PARCACIK DEGERINI TAKIP EDINIZ
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	KULE TAHRİK	6.950	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	TOZ VARDIR
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	HİDROLİK SİSTEM	6.950	Yağda problem yoktur.	Normal	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR.
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SOL	6.950	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. TOZ VARDIR
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	CER ARKA SAĞ	6.950	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. TOZ VARDIR
TAL01014	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	ŞANZIMAN POWER SHIFT	4.260	S.O.S Analizine göre yağda problem var. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolları yaptırınız. Problemin düzelmemesi durumunda komponentin açılması gerekebilir.	Müdahale Gerekebilir	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. TOZ VARDIR
TAL01014	LASTİKLİ YÜKLEYİCİ	DİFRANSİYEL ÖN	4.260	S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir.	Takip Ediliyor	NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. TOZ GIRISI VARDIR

Çizelge 4.17 inşaat firması filosu PL uyarı detayları tablosu

Makina Seri Numarası	Model	Ürün Ailesi	Uyarı Tipi	Kodu	Derecesi	Yorum
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Olay	EID:360	Yüksek	'Motor' beyninden 'Düşük motor yağ basıncı' uyarısı alınmış. 'Uyarı Açıklaması' ve 'Alınabilecek Önlem' kısmındaki detayları okuyunuz.
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Elektriksel Arıza	CID:91 FMI:8	Orta	

Makina Seri Numarası	Model	Ürün Ailesi	Uyarı Tipi	Kodu	Uyarının Geldiği Beyin	Uyarının Muhtemel Sebebi	Türkçe Açıklama
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Olay	EID:360	Motor	Parça veya tesisat	Düşük motor yağ basıncı
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	Elektriksel Arıza	CID:91 FMI:8	Motor	Parça veya tesisat	Motor gazı ayar sensörü düzensiz çalışıyor

Makina Seri Numarası	Ürün Ailesi	Uyarı Tipi	Kodu	Uyarının Geldiği Beyin	Alınabilecek Önlem	İngilizce Açıklama
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	Olay	EID:360	Motor	Öncelikle motor yağ seviyesi ve motor yağında yakıt/antifiriz olup olmadığı kontrol edilmeli, normal ise motor yağ basıncı manuel saat ile ölçülmeli, katalog değerinin altında ise motor yağ pompası ve hatları, en son olarak da motor kontrol edilmelidir.	Low Engine Oil Pressure
PPN00731	PALETLİ EKSKAVATÖR	Elektriksel Arıza	CID:91 FMI:8	Motor	Makinadaki başka bir problemden dolayı motor devrinin dalgalanmasından kaynaklanabilir, ayrıca motor gaz ayar düğmesi/pedalına ani hareketler uygulanmamalı, bağlantıları kontrol edilmeli, değilse sensörü değiştirilmeli	Throttle Position Sensor: Abnormal Frequency, Pulse Width, or Period

Çizelge 4.17 inşaat firması filosu PL uyarı detayları tablosu

Satır Etiketleri	**Alınabilecek Önlem**		PPN00731	**Genel Toplam**
Motor gazı ayar sensörü düzensiz çalışıyor	Makinadaki başka bir problemden dolayı motor devrinin dalgalanmasından kaynaklanabilir, ayrıca motor gaz ayar düğmesi/pedalına ani hareketler uygulanmamalı, bağlantıları kontrol edilmeli, değilse sensörü değiştirilmeli		2	**2**
Düşük motor yağ basıncı	Öncelikle motor yağ seviyesi ve motor yağında yakıt/antifiriz olup olmadığı kontrol edilmeli, normal ise motor yağ basıncı manuel saat ile ölçülmeli, katalog değerinin altında ise motor yağ pompası ve hatları, en son olarak da motor kontrol edilmelidir.		1	**1**
		0		**0**
Genel Toplam		**0**	**3**	**3**

Çizelge 4.18 inşaat firması filosu revizyon takvimi tablosu

Makina Seri Numarası	Model	Ürün Ailesi	Çalışma Saati	Tavsiye Edilen Onarım Saati	Onarım Zamanı	Komponent Kodu	Onarım Açıklaması	Komponent Grup No	Komponent Miktarı
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	8.000	Gecikmiş	5457	BUCKET CYLINDER REPLACE GASKET/RESEAL	315-4451	1
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	8.000	Gecikmiş	5457	BUCKET CYLINDER RECONDITION	315-4451	1
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	9.000	Zamanı Geldi	4164	SPROCKET ASSEMBLY REPLACE EACH	168-6727	2
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	9.000	Zamanı Geldi	4170	TRACK ASSEMBLY REPLACE EACH	203-0860	2
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	10.000	Yaklaşıyor	6501	BOOM RECONDITION LINKAGE	290-9236	1
PPN00502	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	8.814	10.000	Yaklaşıyor	6502	STICK RECONDITION LINKAGE	290-9263	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1052	TURBOCHARGER RECONDITION	258-8337	1
B9D03632	140M	GREYDER	3.678	5.000	Yaklaşıyor	6153	CIRCLE DRAWBAR ADJUST	253-4630	1
B9D03632	140M	GREYDER	3.678	5.000	Yaklaşıyor	6154	CIRCLE ASSEMBLY RECONDITION	243-6660	1
B9D04353	140M	GREYDER	1.348	1	Gecikmiş	3066	TRANSMISSION OIL PUMP RECONDITION	263-7431	1
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	2.000	Zamanı Geldi	6607	DRUM/TIRE SCRAPER REPLACE REAR	306-4425	1
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	4.000	Yaklaşıyor	1052	TURBOCHARGER RECONDITION	299-5043	1
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	4.000	Yaklaşıyor	1254	FUEL INJ VALVE/NOZZLE RECONDITION EACH	299-5487	4
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	4.000	Yaklaşıyor	1361	WATER PUMP RECONDITION	298-5105	1
C5W00633	CS54	SİLİNDİR	2.171	4.000	Yaklaşıyor	4303	STEERING CYLINDER REPLACE GASKET/RESEAL EACH	274-7253	2
JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	8.000	Yaklaşıyor	3260	AXLE HOUSING ASSEMBLY RECONDITION REAR	230-5738	1

JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	8.000	Yaklaşıyor	4011	RECONDITION FINAL DRIVE & BRAKE BOTH	230-5738	1
JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	8.000	Yaklaşıyor	4050	RECONDITION FINAL DRIVE BOTH	210-5924	1
JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	8.000	Yaklaşıyor	6501	BOOM RECONDITION LINKAGE	324-0548	1
JBA01773	432E	BEKO YÜKLEYİCİ	6.750	8.000	Yaklaşıyor	6502	STICK RECONDITION LINKAGE	324-0552	1
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	4.500	Gecikmiş	4154	CARRIER ROLLER RECONDITION EACH	300-4545	4
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	6.000	Zamanı Geldi	1714	UNIT INJECTOR HYD PUMP RECONDITION	258-8745	1
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	7.000	Yaklaşıyor	4180	TRACK ROLLER RECONDITION SINGLE FLANGE EACH	183-2874	18
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	8.000	Yaklaşıyor	1351	RADIATOR & OIL COOLER RECONDITION	230-2896	1
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	8.000	Yaklaşıyor	5456	BOOM CYLINDER REPLACE GASKET/RESEAL EACH	311-9526	2
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	8.000	Yaklaşıyor	5456	BOOM CYLINDER RECONDITION EACH	311-9526	2
MDS00277	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	6.471	8.000	Yaklaşıyor	5457	BUCKET CYLINDER REPLACE GASKET/RESEAL	315-4473	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1290	UNIT INJECTOR RECONDITION EACH	267-3362	6
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1359	FAN DRIVE RECONDITION	230-2899	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1361	WATER PUMP RECONDITION	202-7674	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1405	ALTERNATOR RECONDITION	177-6972	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1453	ELECTRIC STARTING MOTOR RECONDITION	180-2435	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	6.000	Gecikmiş	1714	UNIT INJECTOR HYD PUMP RECONDITION	258-8745	1
PPN00731	336DL	PALETLİ EKSKAVATÖR	7.135	7.000	Zamanı Geldi	4180	TRACK ROLLER RECONDITION SINGLE FLANGE EACH	179-1486	18

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu tez çalışmasında yeni nesil uydu takip sistemli ve otomasyon destekli hasar analiz cihazlarının hem özel sektör hem de kamu sektöründe kullanılan iş makinesi filolarına kurularak alınan verilere dayanılarak yapılmıştır. Otuz dokuz adet kamuda kullanılan ve 10 adet özel sektörde kullanılan iş makinelerinin verileri gözlendiğinde makine model yılı , modeli , ürün ailesi , çalışma saatleri , çalışma yeri , PL cihazının durumu , makine kullanımı hakkında yorum, yakıt tüketimi, S.O.S analizleri, PL uyarıları, revizyon takvimi, aylık-yıllık ve ömür boyunca kullanılan yakıt miktarı, kat edilen mesafe, boşta geçen saat, işte geçen saat, verimlilik, yakıt sarfiyatı, arızalı komponent, olası arızanın nedenleri, çözüm yolları, uyarı tipi, uyarı kodu, uyarının geldiği beyin, uyarının muhtemel sebebi, Türkçe ve İngilizce açıklamalar, alınabilecek önlemler, hasar derecesi, yorum, ilk ve son uyarı tarihi, hasarın tekrarlama sayısı, uyarı geldiği andaki makine konumu, oluşan hasar için tavsiye edilen onarım saati, onarım zamanı, komponent kodu, onarım açıklaması, komponent grup no ve komponent miktarı gibi bilgiler yer almaktadır.

Derlenilen bu verilere göre “GENEL DURUM” tablosunda sistem makine kullanımı hakkında bilgi verirken makinanın boşta geçen süresi, toplam çalışma süresinin %25’inden fazla olduğu zaman uyarı vermektedir. Ayrıca “beklemeleri azaltarak boşta geçen süreyi düşürebilirsiniz.” diye bu durumun düzeltilmesi için öneride bulunmaktadır.

PL cihazının düzgün çalışıp çalışmadığı hakkında bilgi verilmektedir. Cihazın çalışmıyorsa kaç gündür bilgi göndermediği ve sistem çalışmıyorsa,” PL cihazı, anteni ve tesisat kontrol edilmeli.” diye bu durumun düzeltilmesi için öneride bulunmaktadır.

İş makinesinin yakıt tüketimi noktasında eğer makine boşta çalışıyorken tüketilen yakıt miktarı %5 seviyesinin altında ile sistem bunu normal algılamaktadır. Ancak makinanın boşta tükettiği yakıt, toplam tükettiği yakıtın %5 inden fazla olduğu zaman sistem bunu bir sorun olarak algılayıp uyarı göndermektedir. “Beklemeleri azaltarak boşta tüketilen yakıtı düşürebilirsiniz. 'Yakıt Tüketimi' tablosunu inceleyiniz.” uyarıda bulunmaktadır.

S.O.S yağ analizine göre kaç numaralı komponentin yağı ile ilgili sorun varsa belirtilmektedir.

Revizyon takvimi kısmında ise örneğin “ makinanızın 3 komponentininde, 'Zamanı Gelen' ya da 'Gecikmiş' onarım var. 'Yaklaşan', 'Zamanı Gelen' ya da 'Gecikmiş' onarımların detayı için 'Revizyon Takvimi' tablosunu inceleyiniz.” uyarısı görülmektedir.

“FİLO DURUMU” sekmesinde makine takip cihazı tipi ile ilgili bilgi vermektedir. Örneğin PL522_GSM veya PL321_UYDU vb. gibi.

Cihazın son raporlama tarihi ve son rapor tarihindeki makine çalışma saati uygulamada yer aldığı görülmüştür. Örneğin C5W00633 seri numaralı iş makinesinin 28.02.2016 tarihli son raporlama tarihinde makinenin çalışma saati 2171 saat olduğu ve son rapor tarihindeki iş makinesinin kilometre sayacı 1605 km olarak okunmuştur.

Ayrıca bu sekmenin devamında makinenin son rapor tarihindeki ömür boyu tükettiği yakıt miktarı çalışma yeri ve çalışma konumu belirtilmiştir.

"MAKİNE KULLANIMI'' sekmesinde iş makinesinin rapor başlangıç tarihi , rapor bitiş tarihi, bir aylık toplam rapor günü, bu süre zarfında kat edilen mesafe değerleri görülmüştür. Ayrıca makinenin boşta geçen süre, çalışıyorken geçen süre, toplam çalışma saati, beklenen saate göre işte geçen sürenin % olarak değeri, beklenen saate göre toplam sat kullanım % olarak değeri ve verimlilik yüzde değerleri görülmüştür. Bu verilere göre büyükşehir belediyesi 39 araçlık filosu 29 gün içerisinde toplam 7385 km yol katetmiş olup toplamda 521,2 saat boşta çalışmışlardır. Bunun yanı sıra işte geçen süre 1.423,9 saat olduğu görülmüştür. İş makinelerinin toplam çalışma saati 2.966,7 saat olduğu ve şubat ayı içerisinde mevsim koşullarının çalışmaya elverişli olmamasından dolayı; bu çalışmayan makineler göz önünde bulundurularak elde edilen toplam makine veriminin %48 olduğu görülmüştür. Benzer durum özel sektör filosunda da incelenmiştir. 29.02.2016 tarihinde 29 günlük rapor doğrultusunda 10 araçlık makine filosunun toplamda katettiği mesafe 574 km olduğu görülmüştür. Boşta geçen sürenin 108,4 saat ve işte geçen sürenin 204,7 saat olduğu; toplamdaki çalışma süresi 417,9 saat olduğu görülmüştür. Bu veriler doğrultusunda toplam verimlilik mevsim koşullarının zorluğundan dolayı %49 olduğu saptanmıştır. Bu veriler ışığında özel ve kamuda verimlilik oranları kıyaslandığında afaki farklılıkların olmadığı, benzer oranlara sahip olduğu bilgisine varılmıştır.

"YAKIT TÜKETİM" sekmesinde rapor başlangıç ve bitiş tarihleri, toplam rapor günü, makine boşta iken tükettiği yakıt miktarı, boşta geçirilen saat, boşta yakıt sarfiyatı; aynı zamanda makine çalışıyorken tüketilen yakıt miktarı, çalışma saati, yakıt sarfiyatı (l/saat) tüketilen yakıt ve toplamda sarfedilen miktar bilgilerine ulaşılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda Kamuda kullanılan 39 araçlık iş makinesi filosunun 01.02.2016 tarihi ile 29.02.2016 tarihi arasında 29 günlük süre içerisinde makinelerin toplamda boşta tüketilen yakıt miktarı 1.818,9 litre olduğu, makinelerin boşta geçirdiği sürenin 521,2 saat olduğu, yakıt sarfiyatnın boşta geçen süreye oranının 3,5saat/litre olduğu, işte tüketilen yakıt miktarının 31.628,1 litre olduğu görülmüştür. Bu değerlere ek olarak toplamda 1.423,9 saat çalıştığını, yakıt sarfiyatı oranının 22,2 l/saat olduğu, toplamda tüketilen yakıtın 33.446 litre, toplam çalışma süresinin 1.945,3 saat ve verimliliğin %73,2 olduğu görülmüştür.

Özel sektördeki makine grubu incelendiğinde 10 araçlık iş makinesi filosunda 01.02.2016 tarihi ile 29.02.2016 tarihi arasında 29 günlük süre içerisinde makinelerin toplamda boşta tüketilen yakıt miktarı 586,7 litre olduğu, makinelerin boşta geçirdiği sürenin 108,4 saat olduğu, yakıt sarfiyatının boşta geçen süreye oranının 5,4saat/litre olduğu , işte tüketilen yakıt miktarının 6.844 litre olduğu görülmüştür. Bu değerlere ek olarak toplamda 204,7 saat çalıştığını, yakıt sarfiyatı oranının 33,4 l/saat olduğu, toplamda tüketilen yakıtın 7.430,3 litre, toplam çalışma süresinin 313,2 saat ve verimliliğin %65,4 olduğu görülmüştür. Bu veriler doğrultusunda kamuda kullanılan araçların yakı verimliliğinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

"S.O.S" sekmesinde aynı makinenin tandem sol, tandem sağ, şanzıman, motor yağlarından alınan örnekler doğrultusunda elde edilen bilgiler görülmüştür. Bu bilgilere ek olarak makineden numune alındığı andaki çalışma saati ve analiz yorumu görülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda "S.O.S Analizine göre yağdaki problem takip ediliyor. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır, sürekli tekrar etmesi durumunda komponente müdahale gerekebilir." Sistem uyarısı ve analiz sonucu sorunlu olduğunda ise " S.O.S Analizine göre yağda problem var. Önceki numune de problemliydi. Saati geçmişse yağı değiştiriniz. Analiz açıklamasında yazan problemin kaynağı bulunmalıdır. Gerekli kontrolleri yaptırınız. Problem düzelmezse komponentin açılması gerekebilir." ya da "Yağda problem yoktur.'' uyarısı verildiği gözlemlenmiştir. Bu uyarılar doğrultusunda analiz sonucunda problem çıkanlar için müdahale gerekebilir uyarısı; takip ediliyor olduğu ya da normal olduğu bilgisi verilmiştir. Analiz durum açıklamasında ise normal değerlere sahip olan yağlar için "NORMAL AŞINMA METALLERİ DEĞERLERİDİR. " ibaresi kullanılmıştır. Problemli sonuçlar alınan analizlerin sonunda ise parçacık değerleri veya değeri yüksek çıkan elementin uyarısı verilmiştir. Örneğin "DEMIR DEGERINI TAKIP EDINIZ, TOZ VARDIR, ASINMA DEGERLERINI TAKIP EDINIZ'' uyarısı verilmiştir. Numune zaman aşımı bölümünde ise S.O.S numunesinin en son ne zaman alındığı ile ilgili bilgi verilmiştir.

"PL Uyarı Detayları" sekmesinde ise makine seri numarası, model ve ürün ailesi; sekmelerinden sonra karşımıza uyarı tipi sekmesi çıkmaktadır. Örneğin "Elektriksel Arıza" ya da "Olay" vb. gibi. Ayrıca devamında uyarı kodu belirtilmiştir. Asıl arızanın kaynağı burada belirtilmektedir. Örnek olarak CID:41 FMI:4; EID:192; CID:2152 FMI:3 v.b. gibi. Uyarının geldiği beyin sekmesinde ise Şanzuman/Şase, Hidrolik Sistem, Motor gibi çeşitli uyarı merkezlerinden uyarıların gönderildiği; bir nevi bölgesel görev dağılımı yapıldığı görülmüştür. Gelen bu uyarılar neticesinde uyarının muhtemel sebebi sekmesinde hasarın parça veya tesisat kaynaklı mı yoksa makinenin yanlış kullanımı ile oluştuğu belirtilmiştir. Açıklama sekmesinde ise gönderilen hasar kodunun ne anlama geldiği belirtilmiştir. Örneğin B9D04623 seri numaralı aracın Elektriksel arıza tipine sahip olduğu ve CID:490 FMI:4 hasar kodu ile hidrolik kilit düğmesi voltajının düşük olduğu belirtilmiştir. Akabinde alınabilecek önlemler sekmesinde ise "Düğme bağlantı kabloları kontrol edilmeli ve voltajı ölçülmeli, düzelmez ise düğme değiştirilmeli" önerisi otomatik olarak sunulmaktadır. Bu durum hem kullanıcı hem de servis açısından büyük kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca oluşan hasarın önem deresi de "düşük, orta, yüksek" olarak acil tedbir almak amacıyla kullanıcı ve servise bildirildiği gözlemlenmiştir. Yorum kısmında ise arızanın tarihçesi ve makinenin bu arıza ile alakalı daha önceden ilişkili bir durum olup olmadığı belirtilmiştir.

"PL Uyarı Tablosu" sekmesinde ise oluşan arızalar için alınabilecek önlemleri detaylı olarak anlatıldığı görülmüştür. Örneğin B9D04597 aracın daha önce 3 sefer beyinler arası data hattı bağlantı hatası olduğu görülmüştür. Alınabilecek önlemler kısmında ise "beyinler arsındaki data link hattı ve beyinlerin yazılımları kontrol edilmeli "önerisinde bulunduğu okunmuştur. Ayrıca her aracın ne kadar arıza kodu yolladığı ve aynı arızanın farklı makinelerde toplam kaç sefer oluştuğu sayısal olarak belirtilmiştir.

“Revizyon Takvimi” sekmesinde ise makinenin çalıştığı bölgeye yakın olan servis lokasyonları belirtilmiştir. Toplam makinelerin çalışma saatleri ve onarım zamanı ile ilgili “yaklaşıyor, geldi ve gecikmiş” ibareleri yer almaktadır. Ayrıca hasarın kaynaklı olduğu komponent kodu ve yapılacak iş kodlarının belirtildiği görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

Aksoy, A. 2015. Çelik malzemelerde hasar analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Yüksek Lisans Programı Yüksek Lisans Tezi

Anonim1,www.tuvsud.com.tr/uploads/images/145707754739552226 1419/uploaded-160113-tuv-sud-failure-analysis-tr.pdf (Son Giriş Tarihi:25.05.2018)

Anonim 2, http://labs.mete.metu.edu.tr/fal/hasar.a.nedir.html. (Son Giriş Tarihi:25.05.2018)

Anonim 3, http://www.bmgs.com.tr/is-makinalari/musteri-destek/servis.aspx. (Son Giriş Tarihi:25.05.2018)

Anonim 4, http://www.borusancat.com/media/13133/sos-analizleri.pdf (Son Giriş Tarihi:25.05.2018)

Arslan, H., Aslan, E., Aktürk, N. 2006. Bilyalı Rulman Hasarlarının Titreşim Analizi Yöntemi ile İncelenmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 21, No 3, 541-552

Ay, İ. 2004. Hasar analizi doktora ders notları. Balıkesir Üniversitesi http://w3.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/ha/lecture1.pdf

CAT MAGAZİNE, 2016. Sayı 1.

Caterpillar Inc, 2001. C-9 Engin Systems and Controls. 71s.

Compton, W.D. 1999. Mühendislik ve teknoloji yönetimi. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. 547s.

Cummins Engine Company INC, 1991. Shop Manual M11 Series Engines 38104875 587s.

Cummins Engine Company INC, 1994. Shop Manual M11 Series Engines 3666075-00 587s.

Eryürk, İ.B. 1993. Hasar Analizi.Birsen Yayıncılık.

Garwin, D.A. 1984. What does ‘Product Quality’ really mean. Soloan Management Reviev. 25-9.

Gökalp, B., Saraç, H.İ., Çelik, C. 2007. Yağ analizi programı ile aşınmaya bağlı hasar analizi. Prooceedings of 8th International Fracture Conference 7 – 9 November 2007

Kayalı, E. S., Eruslu, N., Ürgen, M., Taptık, Y., Çimenoğlu, H. 1997. Hasar Analizi Seminer Notları, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası, İstanbul.

Komatsu, 2007. Atölye kitapçığı; Tekerlekli yükleyici. SEN02211-02.

Komatsu, 2007. Atölye kitapçığı; Tekerlekli yükleyici. SEN02216-00.

Köksal, N.S., Kilerci, İ. 2010. Ağır İş Makineleri Şanzıman Dişlilerinde Oluşan Hasarın Bilgisayar Yardımı ile Analizi. 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi

Lewicki, D.G. 2001. Gear Crack propagation Path Studies-Guidelines for Ultra-Safe Design. NASA/TM-211073

Öndürücü, A., Kanbir, Ö. 2017. Bir Greyderin Dişli Rotunun Hasar Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 21, Sayı 2, 599-606

Özyol, İ. 2002. Borusan Makine CAT. Eğitim Departmanı Kitapçığı. 113s.

Park, M. 2003. Failure analysis of an accessory bevel gear installed on a J69 turbojet engine. Engineering Failure Analysis 10 371-382

Ranganath, V.R., Das, G., Tarafder, S.,Das, S.K. 2004. Failure of a swing pinion shaft of a dragline. Engineering Failure Analysis 11 599-604

Taşer, R. 2017. Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi. Cilt 2 Sayı 2.

The Spex Speaker Volume XIII, 1968, Spectrometric Oil Analysis Program. Published by Spex Industries, Inc., Metuchen, NJ, USA. (for Journal)

Yavuz, İ 2005. Taşıtlara Güç Aktarma Organlarında Hasar Analizi. Afyon Kocatepe Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü. Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Afyon.

ÖZGEÇMİŞ

OKAN ARI

okan-ari@windowslive.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2014-2018	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Antalya
Yüksek Lisans 2015-2017	Bahçeşehir Üniversitesi MBA, Antalya
Lisans 2008-2014	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Makine Mühendisi 2015-Devam Ediyor	Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü

ESERLER

1- Arı O. (2014). İzmir ilinde 45º eğimli güneş kollektörüne gelen güneş ışınım değerlerinin ampirik formüllerle ve 11 yıllık meteorolojik veriler kullanılarak irdelenmesi. Makine Mühendisliği Bölümü bitirme tezi
2- Arı O. (2017). 21. yy İşletmelerinde kampanya yönetimi MBA yüksek lisans tezi