57602

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

8 - 30 KVA KAPASİTELİ JENERATÖR GRUBUNA AİT DIESEL MOTORUN ELEMANLARININ İMAL TEZGAHLARI YERLEŞİM VE ORGANİZASYONU

Mak.Müh. Osman Ahmet BATU

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Programında hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Raif DURAK

57602

İSTANBUL , 1996

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

SEMBOL LİSTESİ III
TEŞEKKÜR XI
TÜRKÇE ÖZET XII
YABANCI DİLDE ÖZET (ABSTRACT) XIII
1.0. GİRİŞ
1.1. Tanıtma 2
1.2. T.S. Marşlı Motor Parça Listesi 5
1.3. Ç.S. Marşlı Motor Parça Listesi 9
1.4. Fabrikada İmal Edilecek Parçaların Listesi 13
2.0. HESAP YÖNTEMİ
2.1. Tek Silindirli Diesel Motorun Isı Analizi Yöntemi 15
2.1.1. Isı Analizi Yöntemi 15
2.1.1.1. Emme Prosesinin Hesap Yöntemi 16
2.1.1.2. Sıkıştırma Prosesinin Hesap Yöntemi 17
2.1.1.3. Yanma Prosesinin Hesap Yöntemi 17
2.1.1.4. Genişleme Prosesinin Hesap Yöntemi 18
2.2. Çevrimin Parametrelerinin Hesap Yöntemi 19
3.0. MOTOR DİNAMİĞİNİN ANALİZİ YÖNTEMİ
3.1. Hareket Eden Elemanların Kütlelerinin Hesap Yöntemi 20
3.2. Tek Silindirli Motorun Dengelenmesi Yöntemi 22
4.0. MOTOR ELEMANLARININ HESAP YÖNTEMİ
4.1. Piston Grubunun Dizayn Yöntemi 23
4.1.1. Diesel Motor Pistonun Dizayn Yöntemi 23
4.1.2. Segmanların Dizayn Yöntemi 25
4.1.3. Perno Dizaynı Yöntemi 26
4.2. Biyel Grubunun Dizayn Yöntemi 28
4.2.1. Biyel Küçük Başının Dizayn Yöntemi 28
4.2.2. Biyel Büyük Başının Dizayn Yöntemi 32
4.2.3. Biyel Gövde Orta Kısmının Dizayn Yöntemi 33
4.2.4. Biyel Civatalarının Dizayn Yöntemi 35
4.3. Krank Milinin Dizayn Yöntemi 36
4.3.1. Ana Yatağın Dizayn Yöntemi 38

4.3.2. Krank Piminin Dizayn Yöntemi 38
4.3.3. Krank Kollarının Dizayn Yöntemi 39
5.0. HESAPLARIN UYGULANMASI VE ELEMANLARIN HESABI
5.1. Tek Silindirli Diesel Motorun Isı Analizi Uygulaması 41
5.1.1. Isı Analizi Uygulaması 41
5.1.1.1. Emme Prosesi Hesabının Uygulaması 42
5.1.1.2. Sıkıştırma Prosesi Hesabının Uygulaması 42
5.1.1.3. Yanma Prosesi Hesabının Uygulaması 43
5.1.1.4. Genişleme Prosesi Hesabının Uygulaması 43
5.2. Çevrimin Parametreleri Hesabının Uygulaması 44
6.0. MOTOR DİNAMİĞİNİN ANALİZİ UYGULAMASI
6.1. Hareket Eden Elemanların Kütlelerinin Uygulaması 45
6.2. Tek Silindirli Motorun Dengelenmesi Uygulaması 45
7.0. MOTOR ELEMANLARININ HESAP UYGULAMASI
7.1. Piston Grubunun Dizayn Uygulaması 46
7.1.1. Diesel Motor Pistonun Dizayn Uygulaması 46
7.1.2. Segmanların Dizayn Uygulaması 48
7.1.3. Perno Dizaynı Uygulaması 48
7.2. Biyel Grubunun Dizayn Uygulaması 50
7.2.1. Biyel Küçük Başının Dizayn Uygulaması 50
7.2.2. Biyel Büyük Başının Dizayn Uygulaması 53
7.2.3. Biyel Gövde OrtaKısmının Dizayn Uygulaması 54
7.2.4. Biyel Civatalarının Dizayn Uygulaması 56
7.3. Krank Milinin Dizayn Uygulaması 57
7.3.1. Ana Yatağın Dizayn Uygulaması 58
7.3.2. Krank Piminin Dizayn Uygulaması 59
7.3.3. Krank Kollarının Dizayn Uygulaması 60
8.0. İMAL EDİLECEK PARÇALARIN OPERASYON SIRALARI 62
9.0. MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ 92
10.0. GEREKLİ MAKİNA KAPASİTELERİNİN TAYİNİ 117
SONUÇLAR 134
KAYNAKLAR 135
EK1 (GRAFİKLER) 136
EK2 (TEKNİK RESİMLER) 150
ÖZGEÇMİŞ

SEMBOL LİSTESİ

[H_u] = Yakıtın alt ısıl değeri (kJ/kg)

[L_0] = Teorik hava ihtiyacı (kmol hava /kg yakıt)

[l_0] = Teorik hava ihtiyacı (kg hava / kg yakıt)

[λ] = Hava fazlalık katsayısı

[M_1] = Taze dolgu miktarı (kmol taze dolgu / kg yakıt)

[M_{CO2}] = CO_2 miktarı (kmol CO_2 / kg yakıt)

[M_{H2O}] = H_2O Miktarı (kmol H_2O / kg yakıt)

[M_{O2}] = O_2 miktarı (kmol O_2 / kg yakıt)

[M_{N2}] = N_2 miktarı (kmol N_2 / kg yakıt)

[M_2] = Toplam yanma ürünleri miktarı (kmol yanma ürünü / kg yakıt)

[P_0] = Atmosferik basınç (MPa)

[T_0] = Çevre sıcaklığı (K)

[T_r] = Artık gaz sıcaklığı (K)

[P_r] = Artık gaz basıncı (MPa)

[ΔT] = Taze dolgunun sıcaklık artımı (^{0}C)

[ρ_0] = Taze dolgunun yoğunluğu (kg/m^3)

[Δ_{pa}] = Emmedeki basınç kayıpları (MPa)

[$\left(\beta^2 + \xi_{in}\right)$] = Emme manifoldu direnç karsayısı

[ω_{in}] = Taze dolu hızı (m/s)

[P_1] = Emme sonu basıncı (MPa)

[γ_r] = Artık gaz katsayısı

[T_1] = Emme sonu sıcaklığı (K)

[η_v] = Volümetrik verim

[n_1] = Sıkıştırmada ki politropik üs

[k_1] = Sıkıştırmada ki adyabatik üs

[P_2] = Sıkıştırma sonu basıncı (MPa)

[T_2] = Sıkıştırma sonu sıcaklığı (K)

[$(mc_v)_{t0}^{t2}$] = Taze dolgunun özgül ısısı (kj/kmol)

[$(mc_v2)_{t0}^{t2}$] = Artık gazların özgül ısısı (kj/kmol)

[$(mc_v3)_{t0}^{t2}$] = İş gazının özgül ısısı (kj/kmol)

[μ_0] = Yanabilir dolgunun moleküler değişim katsayısı

[μ] = İş gazının moleküler değişim katsayısı

[H_{wm}] = İş gazının yanmasından meydana gelen ısı (kJ/kmol iş gazı)

[$(mc_p)_{t0}^{tz}$] = Yanma ürünlerinin özgül ısıları (kj/kmol)

[t_z] = Yanma sonundaki sıcaklık (^{0}C)

[ξ_z] = Yanma sonucu açığa çıkan ısıdan faydalanma katsayısı

[ρ] = Patlama oranı

[P_z] = Yanma sonundaki basınç (MPa)

[ε_g] = Ön genişleme oranı

[δ] = Genişleme oranı

[k_2] = Genişlemede ki adyabatik üs

[n_2] = Genişlemede ki politropik üs

[P_3] = Genişleme sonundaki basınç (MPa)

[T_3] = Genişleme sonundaki sıcaklık (MPa)

[P_i'] = Teorik indike basıç (MPa)

[P_i] = Gerçek indike basınç (MPa)

[φ_r] = Yuvarlatma katsayısı

[η_i] = İndikatör verimi

[b_e] = Özgül yakıt tüketimi (g / kW h)

[P_m] = Mekanik kayıplara giden basıç (MPa)

[V_{pm}] = Ortalama piston hızı (m/s)

[P_e] = Efektif basınç (MPa)

[η_m] = Mekanik verim

[η_e] = Efektif verim

[b_{e0}] = Özgül efektif yakıt tüketimi (g / (kW h)

[m_p] = Piston grubunun kütlesi (piston + segmanlar + perno) (kg)

[m_{cr}] = Biyel grubunun kütlesi (biyel + bağlantı civataları + yataklar) (kg)

[m_{crp}] = Biyelin küçük baş kısmının kütlesi (kg)

[L_{crc}] = Biyelin ağırlık merkezi ile büyük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

[L_{cr}] = Biyel küçük baş ile büyük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

[m_{crc}] = Biyelin büyük baş kısmının kütlesi (kg)

[L_{crp}] = Biyelin ağırlık merkezi ile küçük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

[$m_c^{'}$] = Birim piston yüzü alanına düşen krank kütlesi (kg)

[F_p] = Piston yüzü alanı (m^2)

[m_c] = Krank kütlesi (Biyelin bağlandığı muylu ile krank kollarının kütleleri toplamıdır.) (kg)

[m_j] = Silindir ekseni boyunca hareket eden parçaların kütlesi (kg)

[λ_0] = Biyel oranı

[m_R] = Dönen parçaların kütlesi (kg)

[P_j] = Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetleri (N)

[K_R] = Dönen parçaların oluşturduğu santrifüj atalet kuvvetleri (N)

[R] = Krank yarıçapı (mm)

[ω] = Dönen elemanların açısal hızı (rad/s)

[P] = Toplam gaz kuvveti (N)

[P_g] = Gaz kuvvetleri (N)

[N] = Normal kuvvet (N)

[K] = Merkezi kuvvet (N)

[T] = Teğetsel kuvvet (N)

[m_{cwR}] = Santrifüj atalet kuvvetini dengeleyecek karşı ağırlık kütlesi (kg)

[ρ_{cw}] = Karşı ağırlıkların ağırlık merkezi ile krank ekseni arasındaki mesafe (mm)

[m_{cwj}] = Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetini dengeleyecek karşı ağırlık kütlesi (kg)

[m_{cw}] = Karşı ağılıkların toplam kütlesi (kg)

[P_{cw}] = Karşı ağırlıkların oluşturduğu atalet kuvveti (kN)

[H] = Piston yüksekliği (mm)

[h_s] = Piston etek yüksekliği (mm)

[t_{sk}] = Radyal yöndeki segman kalınlığı (mm)

[Δt_{sk}] = Segman yuvası içerisinde piston ile segman arasındaki boşluk (mm)

[s] = Piston cidar kalınlığı (mm)

[h_l] = Birinci ile ikinci segman yuvası arasındaki bölgenin et kalınlığı (mm)

[$n_0^{'}$] = Pistondaki yağ deliklerinin sayısı

[d_0] = Pistondaki yağ deliklerinin çapı (mm)

[α_p] = Piston malzemesinin lineer genleşme katsayısı (1/K)

[α_{cyl}] = Silindir malzemesinin lineer genleşme katsayısı (1/K)

[F_{x-x}] = x-x kesit alanı (m^2)

[$P_{z\max}$] = Maksimum basma kuvveti (MN)

[σ_{com}] = Basma gerilmesi (MPa)

[$n_{id\max}$] = Boşta çalışmada motor hızı (d/d)

[m_{x-x}] = Segmanlar takılmış vaziyette x - x kesitinin üzerindeki piston başının kütlesi (kg)

[P_k] = Maksimum kopma kuvveti (MN)

[σ_r] = Kopma gerilmesi (MPa)

[τ] = Kesme gerilmesi (MPa)

[σ_e] = Eğme gerilmesi (MPa)

[σ_Σ] = Toplam gerilme (MPa)

[q_1] = Piston eteği tarafından silindir cidarına uygulanan basınç (MPa)

[q_2] = Strok boyunca silindir cidarına uygulanan basınç (MPa)

[D_c] = Piston baş kısmının çapı (mm)

[D_s] = Piston etek kısmının çapı (mm)

[Δ_c '] = Piston başı çapındaki değişme miktarı (mm)

[T_{cyl}] = Silindir cidar sıcaklığı (K)

[T_c] = Piston başı sıcakılığı (K)

[Δ_s '] = Piston eteği çapındaki değişme miktarı (mm)

[T_s] = Piston etek sıcaklığı (K)

[E] = Segman malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[α_r] = Segman malzemesinin lineer genişleme katsayısı (1/K)

[P_{av}] = Segmanın silindir cidarına uyguladığı ortalama basınç (MPa)

[σ_{e1}] = Çalışma esnasıda segmandaki eğilme gerilmesi (MPa)

[σ_{e2}] = Segmanı pistona geçirme esnasındaki eğilme gerilmesi (MPa)

[m] = Segmanı pistona geçirme metoduna bağlı katsayı

[Δ_r] = Segman uçları arasındaki boşluk (mm)

[T_{se}] = Çalışma esnasındaki segman sıcaklığı (K)

[P_{j0}] = İç kuvvet (MN)

[P_d] = Dizayn kuvveti (MN)

[k] = Perno kütlesine bağlı çarpım faktörü

[q_{cr}] = Perno tarafından biyel küçük baş burcuna uygulanan basınç (MPa)

[d_p] = Perno dış çapı (mm)

[l_{cr}] = Pernonun biyel küçük başında yataklandığı kısmın uzunluğu (mm)

[q_b] = Perno tarafından boslara uygulanan basınç (MPa)

[l_p] = Pernonun boyu (mm)

[b] = Piston üzerindeki yatakların (bosların) yüzeyleri arasındaki mesafe (mm)

[d_{in}] = Perno iç çapı (mm)

[σ_{b0}] = Perno orta bölgesindeki eğilme gerilmesi (MPa)

[τ_0] = Boslar arasındaki düzlem ile biyel küçük başı arasındaki kesme gerilmesi (MPa)

[$\Delta_{p\max}$] = Perno çapındaki maksimum artış (mm)

[$\sigma_{\alpha 0^0}$] = Yatay düzlemde perno dış yüzeyindeki gerilme (MPa)

[$\sigma_{\alpha 90^0}$] = Düşey düzlemde perno dış yüzeyindeki gerilme (MPa)

[$\sigma_{\varphi 0^0}$] = Yatay düzlemde perno iç yüzeyindeki gerilme (MPa)

[$\sigma_{\varphi 90^0}$] = Düşey düzlemde perno iç yüzeyindeki gerilme (MPa)

[l_{se}] = Biyel küçük başının genişliği (mm)

[d_e] = Biyel küçük başının dış çapı (mm)

[d] = Biyel küçük başının iç çapı (mm)

[h_e] = Biyel küçük başının radyal yöndeki cidar kalınlığı (mm)

[s_b] = Biyel küçük baş burcunun cidar kalınlığı (mm)

[E_{cr}] = Biyel malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[E_b] = Burç malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[α_e] = Biyel malzemesinin termal genleşme katsayısı (1/K)

[α_b] = Burç malzemesinin termal genleşme katsayısı (1/K)

[σ_b] = Sınır gerilim (MPa)

[σ_{-1}] = Eğmedeki yorulma sınırı (MPa)

[σ_{-1p}] = Çekme-basmadaki yorulma sınırı (MPa)

[σ_{ak}] = Akma sınırı (MPa)

[α_σ] = Eğmedeki ve çekmedeki çarpım faktörü

[m_{se}] = I - I kesitinin üst kısmının kütlesi (kg)

[k_{σ}] = Gerilim birikme faktörü

[ε_s] = Ölçek faktörü

[ε_{ss}] = Yüzey hassasiyet faktörü

[n_{σ}] = Güvenlik faktörü

[Δ_{Σ}] = Biyel ve burç malzemelerinde meydana gelen toplam genleşme (mm)

[Δ] = Bronz burcun genleşme miktarı (mm)

[Δ_t] = Sıcaklığın sebep olduğu genleşme (mm)

[$\Delta T_ç$] = Çalışma esnasında biyel küçük başının ve burcun ulaştığı sıcaklığı (^{0}C)

[p] = Burç ile biyel küçük başı arasındaki temas yüzeyinde meydana gelen basınç (MPa)

[μ_p] = Poisson oranı

[σ_a '] = Biyel küçük baş dış yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim (MPa)

[σ_i '] = Biyel küçük baş iç yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim (MPa)

[P_{jp}] = Biyel küçük başını geren kuvvet (N)

[N_{j0}] =Düşey eksendeki normal kuvvet (N)

[φ_{em}] = Hesabın yapıldığı kesit ile biyel düşey ekseni arasındaki açı

[M_{j0}] = Eğme momenti (Nm)

[$N_{j\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet (N)

[$M_{j\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu eğme momenti (Nm)

[σ_{aj}] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim (MPa)

[P_{com}] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvet (N)

[$N_{com\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet (N)

[$M_{com\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu eğme momenti (Nm)

[σ_{acom}] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim (MPa)

[d_{cp}] = Biyel muylu çapı (mm)

[t_s] = Ana yatak et kalınlığı (mm)

[c_b] = Bağlama civataları arasındaki mesafe (mm)

[l_c] = Biyel büyük başının genişliği (mm)

[P_{jr}] = Maksimum iç kuvvet (MN)

[W_b] = Dizayn kesitindeki moment (m^3)

[r_i] = Biyel büyük başının iç yarıçapı (mm)

[J_s, J] = Dizayn kesitindeki atalet momentleri (m^4)

[σ_{ba}] = Ana yataktaki eğilme gerilimi (MPa)

[F_t] = Dizayn kesitinin toplam alanı (m^2)

[φ] = Krankmili açısı

[P_{comt}] = φ = 375 ^{0}KMA' da toplam gaz kuvveti (MN)

[P_t] = φ = 0 ^{0}KMA' da toplam gaz kuvveti (MN)

[$h_{sh\min}$] = Biyel gövde kesitinin minimum genişliği (mm)

[h_{sh}] = Biyel gövde kesitinin genişliği (mm)

[b_{sh}] = Biyel gövde kesitinin kalınlığı (mm)

[a_{sh}] = Biyel gövde kesitinin orta bölgesinin kalınlığı (mm)

[t_{sh}] = Biyel gövde kesitinin et kalınlığı (mm)

[d_i] = Biyel büyük başının iç çapı (mm)

[F_{mid}] = B - B kesitinin alanı (m^2)

[J_x , J_y] = B - B kesitinin atalet momentleri (m^4)

[$\sigma_{\max-x}$] = Düşey düzlemdeki maksimum gerilim (MPa)

[$\sigma_{\max-y}$] = Yatay düzlemdeki maksimum gerilim (MPa)

[$\sigma_{\min}$] = Germe kuvveti ile oluşan minimum gerilim (MPa)

[d_n] = Civata nominal çapı (mm)

[t] = Civata dişlerinin hatvesi (mm)

[i_b] = Civata sayısı

[P_{tl}] = Sıkma kuvveti (MN)

[P_b] = Civatayı geren toplam kuvvet (MN)

[d_{mj}] = Krank ana yatak çapı (mm)

[l_{mj}] = Krank ana yatak uzunluğu (mm)

[l_{cp}] = Biyel muylu uzunluğu (mm)

[b_1] = Krank kolu kesit genişliği (mm)

[h] = Krank kolu kesit kalınlığı (mm)

[τ_{-1}] = Burulma için yorulma sınırı (MPa)

[τ_{ak}] = Burulma için akma sınırı (MPa)

[α_τ] = Burulmadaki çarpım faktörü

[k_{cpm}] = Biyel muylusuna ortalama gelen basınç (MPa)

[R_{cpm}] = Biyel muylusuna gelen ortalama kuvvet (N)

[l_{cp}'] = Biyel muylusunun temas yüzeyi uzunluğu (mm)

[r_{fil}] = Radyüs (mm)

[$k_{cp\max}$] = Biyel muylusuna gelen maksimum basınç (MPa)

[$R_{cp\max}$] = Biyel muylusuna gelen maksimum kuvvet (N)

[k_{mjm}] = Ana yatağa gelen ortalama basınç (MPa)

[R_{mjm}] = Ana yatağa gelen ortalama kuvvet (N)

[l_{mj}'] = Ana yatağın temas yüzeyi uzunluğu (mm)

[$k_{mj\max}$] = Ana yatağa gelen maksimum basınç (MPa)

[$R_{mj\max}$] = Ana yatağa gelen maksimum kuvvet (N)

[$W_{\varpi mj}$] = Ana yatağın burulmasına sebep olan moment (m^3)

[$M_{mj\max}$] = Ana yataktaki maksimum moment (Nm)

[$M_{mj\min}$] = Ana yataktaki minimum moment (Nm)

[$W_{\varpi cp}$] = Krank piminin burulmasına sebep olan moment (m^3)

[$M_{cp\max}$] = Krank pimindeki maksimum moment (Nm)

[$M_{cp\min}$] = Krank pimindeki minimum moment (Nm)

[$M_{tw\max}$] = Krank kollarını burulmaya zorlayan maksimum moment (Nm)

[$M_{tw\min}$] = Krank kollarını burulmaya zorlayan minimum moment (Nm)

[$W_{\tau w}$] = Krank kolu kesitindeki moment (Nm)

[$\sigma_{\Sigma\max}$] = Krank kollarında oluşan maksimum normal gerilim (MPa)

[$\sigma_{\Sigma\min}$] = Krank kollarında oluşan minimum normal gerilim (MPa)

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında değerli katkılarını benden esirgemeyen değerli hocam Otomotiv Ana Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Sayın Raif DURAK , Öğr.Gör. Sayın Muammer AKGÜN ve Endüstri Mühendisliği Bölümü' nden Öğr.Gör. Sayın Cengiz TOKSOY 'a ayrı ayrı teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ÖZET

Bu tez çalışmasında, İstanbul'da üretim yapmakta olan özel bir diesel motor fabrikasının, İran - Tebriz'de kurulu bir fabrikada 8 - 30 KVA kapasiteli jeneratör grubuna ait diesel motorun elemanlarının imal edilebilmesi için gerekli tezgahların belirlenerek makina parkının oluşturulması çalışması yapılmıştır.

Bunun için öncelikle fabrikada üretilecek parçalar belirlenmiş, tek silindirli diesel motorun ısı analizi yapılarak motoru oluşturan ana parçaların (piston grubu, biyel ve krank milinin) dizayn hesaplarına geçilmiş, hesaplar, başlangıçta kabul edilen ana boyutların istenilen sınır değerler arasında olup olmadığının kontrolu amacıyla yapılmıştır. Ardından imal edilecek tüm parçaların operasyon sıraları belirlenerek uygun bir zaman etüdü yöntemi olan kronometraj yöntemi ile standart zamanları hesaplanmıştır. Üretim için gerekli tezgah adetlerinin belirlenebilmesi için ise herbir tezgahın hangi parçanın hangi operasyonunda ne kadar süre ile kullanıldığı saptanmış, yıllık üretim miktarının da gözönünde bulundurulmasıyla elde edilen toplam süre aylık çalışma saatine oranlanmış ve gerekli tezgah adetleri belirlenerek makina parkı oluşturulmuştur.

2500 adedi tek silindirli, 2500 adedi ise çift silindirli olmak üzere senelik toplam 5000 adet diesel motor üretecek olan bu fabrikanın ıskarta oranı %2, aylık çalışma süresi 220 saattir. Makina parkının oluşturulması için gerekli tezgah adetlerinin belirlenmesinde bu değerler kullanılmıştır.

Not : Tezin hazırlanmasında WINDOWS' 95 işletim sistemi altında çalışan WORD 6.0 , EXCEL 5.0 ve AUTOCAD R12 programları kullanılmıştır.

ABSTRACT

The subject of this project is determining the necessary machining equipment to make the organization of the machining center of a factory founded in Iran - Tabriz that will produce a range of 8 - 30 KVA generator sets.

Firstly, parts that will be manufactured in the factory are determined and heat analysis of a single cylinder diesel engine is done. Following this, design calculations of the main parts of the engine (piston group, conecting rod and crankshaft) are performed. General dimensions of the parts are accepted initially and the design calculations are made to check if these dimensions meet the required safety limits.

After the design calculations of the main parts, operation order of each part that will be manufactured in the factory is observed and each operation period is measured by using a chronometer.

In order to determine the number of machining equipment that is needed, they are classified according to their operation in each engine part. Necessary amount of each machinery is calculated according to the total number of parts that will be manufactured per month and by dividing the total operating time to the monthly working hour. And so the machining center is formed.

Total production of the factory is 5000 units per year. 2500 of them are single - cylinder and the rest are two - cylinder engines. Discard rate is %2 and monthly working time is 220 hours.

Note : Programs that are used in preperation of this project are WORD 6.0 , EXCEL 5.0 and AUTOCAD R 12 operating under WINDOWS' 95 system.

TÜRKÇE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük) :

(TÜBİTAK/TÜRDOK'un Abstrakt Hazırlama Kılavuzunu kullanınız.)

Ülkelerin kalkınmasında sanayi yatırımları önemli yer kaplamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin kıt kaynaklarının sanayi yatırımlarında daha verimli kullanılmasını sağlayabilmek o ülkede sanayinin daha sağlıklı gelişmesini temin edecektir. Dolayısıyla üretim gerçekleştirecek fabrikaların kuruluşlarında FİZİBİLİTE ETÜDLERİ'NİN göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, İstanbul'da üretim yapmakta olan bir dizel motor fabrikasının, İran'da kurulu bir fabrikada 8-30 kVA kapasiteli jeneratör grubuna ait tek ve çift silindirli dizel motorların parçalarının imal edilebilmesi için gerekli tezgahların belirlenmesi çalışması yapılmıştır.

Öncelikle fabrikanın kurulu bulunduğu yerleşim bölgesindeki yan sanayi potansiyeli, malzeme tedariki, ulaşım imkanları, işçi bulma imkanları, işçilik maliyetleri gibi unsurlar göz önünde bulundurularak hangi parçaların fabrikada, hangilerinin dış atelyelerde imal edileceği belirlenmiştir.

Ardından piston, biyel ve krankmilinin dizayn hesaplarının yapılabilmesi için tek silindirli motorun ısı analizi yapılmıştır. Motorun bir çevrimini oluşturan proseslere ait basınç ve sıcaklıklar belirlenmiştir. Teorik ve uygulama olarak iki kısımda incelenen bu bölümden sonra, motorda karşı ağırlıkların oluşturacağı atalet kuvvetlerinin belirlenebilmesi için tek silindirli motorun dengelenmesi çalışması yapılmıştır.

Daha sonra, Motor elemanlarının dizayn hesaplarına geçilmiştir. Hesaplar, başlangıçta kabul edilen ölçülerin istenen gerilim sınır değerleri arasında olup olmadığının kontrolü amacıyla yapılmıştır.

Dizayn hesaplarının ardından, fabrikada imal edilmesi düşünülen parçaların operasyon sıraları belirlenmiştir. Bu bölümde, herbir parçanın hangi tezgahlarda ne gibi işlemler gördüğü akış şemaları vasıtasıyla ortaya konulmuştur. Aynı zamanda kronometraj yöntemiyle her operasyonun süreleri ölçülmüştür.

Aylık üretim adedi için toplam işlem sürelerinin belirlenmesinin ardından ihtiyaç duyulan makina kapasiteleri tayin edilmiştir. Herbir tezgahın kullanıldığı parça numarası, parçaların hangi operasyonlarında kullanıldıkları ve aylık üretim için genel zamanları Üretim Analiz Föyleri ile gösterilmiştir.

Parçaların imal edilmesinde kullanılacak tüm makina ve techizat için bu hesaplar yapılarak makina parkı oluşturulmuştur.

İNGİLİZCE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük) :

Industrial investments are very important for the development of the countries. Using the limited resources of the developing countries in industrial investments in a more efficient way will enable the countries develop healthier. So FEASIBILITY STUDIES must be done firstly, before the production in a factory.

The subject of this project is determining the necessary machining equipment to make the organization of the machining center of a factory founded in Iran that will produce a range of 8-30kVA generator sets.

First of all, parts that will be manufactured in the factory are determined by taking in account of the capacity of industry in the area, material supply, transportation possibilities, possibility of finding employees and cost of labour work.

Later, heat analysis of the single cylinder engine is done to make the design calculations of piston, connecting rod and crankshaft. Pressure and temperature values are calculated for each process of one cycle. This part is classified as theoretical and practical part. Later single cylinder engine is balanced to calculate the inertial forces created by the counterweights.

Later design calculations are performed for engine parts. In these calculations, main dimensions of the parts are determined initial and at the end of these calculations, dimensions are checked if they are in between the required tension limits.

Following these calculations, operation orders of the parts are determined for those which will be manufactured in the factory. Operations are symbolized for each part by using flow diagrams. Each operation time is measured by a chronometer.

After calculating the total operation time of each part for monthly production, machines that will be used in the production are determined. Part number, operation number and general time for monthly production for each machine are shown in Production Analysis Tables.

These calculations are done for every machinery and equipment that will form the machining center of the factory.

1.0. GİRİŞ

Ülkelerin kalkınmasında sanayi yatırımlarının önemi herkes tarafından kabul görmüştür. Gelişmekte olan ülkelerin kıt kaynaklarının sanayi yatırımlarında daha verimli ve optimum kullanılmasını sağlayabilmek hem o ülkeyi gereksiz masraflardan kurtaracak hem de sanayinin daha sağlıklı gelişmesini temin edecektir. Dolayısıyla üretim gerçekleştirecek olan fabrikaların kuruluşlarında FİZİBİLİTE ETÜDLERİ' nin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

8 - 30 KVA arası güçte jeneratör üretimi yapacak fabrikanın kuruluş masrafları arasında büyük paya sahip, makina parkını oluşturacak gerekli makina ve teçhizatların ihtiyaç duyulan adetlerde belirlenebilmesi ve makinalardan en yüksek verimin elde edilebilmesi , işlenecek parçaların operasyon sıralarının çok iyi belirlenmesi ve sürelerinin doğru ölçülmesine bağlıdır. Bunun yanı sıra fabrikanın kurulu bulunduğu yerleşim bölgesindeki yan sanayi potansiyeli, malzeme tedariki, ulaşım imkanları, işçi bulma imkanları, işçilik maliyetleri gibi unsurlar da göz önünde bulundurularak üretimi yapılacak jeneratörde kullanılacak motor parçalarının hangilerinin fabrikada, hangilerinin dış atelyelerde imal edileceği belirlenmelidir.

Yapılan etüd sonucu belirlenen tezgahlar arasında eğer bir tezgah sadece birkaç parçanın işlenmesinde kullanılacaksa ve dolayısıyla fabrikanın kuruluş maliyetlerini artıracaksa, bu tezgahta yapılacak işlemlerin yine dış atelyelerde yaptırılmasının maliyete etkisi araştırılmalıdır.

Ancak bu şekilde gerçekleştirilecek bir fizibilite etüdü ile optimum şartlarda üretim yapmak mümkün olacak ve eldeki kaynaklardan en verimli şekilde faydalanmak mümkün olacaktır.

1.1. Tanıtma

Özel bir diesel motor fabrikası tarafından İstanbul'da imalatı yapılan Super Star marka dizel motoru dört zamanlı, 1 ve 2 silindirli, su soğutmalı bir motordur.

Motorun hava filtresi, yağ banyolu hava filtresidir. Devir sınırlaması santrifüj hız regülatörüdür. Dökme demirden yapılan silindir bloğu ve kafası tek silindirli motorlarda altı, çift silindirli motorlarda dokuz saplama ile birbirine bağlanmıştır. Silindir gömleği yaş tiptir. Krank mili, eksantrik mili, piston kolu dövme çelikten mamüldür. Krank milinin hareketi eğik diş açılmış krank dişlisi vasıtasıyla kam mili dişlisine ve regülatör dişlisine iletilmektedir.

Yağlama cebri yağlama olup regülatör dişlisi ile tahrik edilen yağ pompası, yağı mikro filtreli yağ filtresine göndermekte, filtreden çıkan yağ, bir boruyla üst kısımdan silindire ve krank mili yatağına sevk edilirken bir başka boruyla da külbütöre gönderilmektedir.

Piston alüminyum alaşımdır ve üçü kompresyon, ikisi yağ segmanı olmak üzere beş segmanlı olarak çalışmaktadır. Subaplar Cr-Ni çeliğindendir.

Yakıt borusu bakır kaplama çelik boru olup, yakıt, yakıt deposundan depo çıkışında bulunan bir filtreden geçerek mazot pompasına gönderilmekte ve buradan basınçla enjektöre gönderilerek, 175 kg/cm^2 lik bir basınçla silindirlere sevk edilmektedir.

Soğutma sistemi suyu bir radyatörle soğutulmakta; su devir-daim pompası vasıtasıyla dolaştırılmaktadır. Radyatörün arka kısmında yer alan pervane ile devirdaim pompası, hareketini krank miline bağlı bir V kayış-kasnak sisteminden almaktadır. Eğer motor bir motopompta kullanılacaksa radyatörsüz olarak kullanılabilmekte, pompanın çektiği su vasıtasıyla soğutulabilmektedir. Böyle bir durumda soğutma, motorda bulunan su giriş ve tahliye muslukları yardımıyla, pompa tarafından emilen suyun pompa çıkış ağzından bir muslukla motora bağlanması ve motor etrafında dolaştırılarak dışarı atılması sistemi ile olmaktadır.

Motor, kaplin ile veya kayış - kasnak sistemiyle bir alternatöre bağlanarak bir elektrojen grubu oluşturulmakta, böylece elektrik enerjisi elde etmek mümkün olmaktadır. Böyle bir sistemde kullanılacak motorun gücüne göre akuple edilen alternatör vasıtasıyla 8 - 30 KVA arası elektrik enerjisi elde edilebilmektedir.

98 ϕ MOTORLAR İÇİN TEKNİK ÖZELLİKLER

		TEK SİLİNDİRLİ MOTORLAR	ÇİFT SİLİNDİRLİ MOTORLAR
Silindir Sayısı	:	1	2
Strok Hacmi	:	0.77 lt.	1.54 lt.
Yakıt Tankı Kapasitesi	:	12 lt.	15 lt.
Karter Yağ Kapasitesi (Filtre dahil)	:	2.3 lt.	4.3 lt.
Kuru Ağırlığı	:	174 kg.	236 kg.

GÜÇ & DEVİR SAYISI

MODEL 7708	:	8 HP, 1500 rpm.	
MODEL 7710	:	10 HP, 1800 rpm.	
MODEL 7712	:	12 HP, 2300 rpm.	
MODEL 7716	:	16 HP, 3000 rpm.	
MODEL 7716	:		16 HP, 1500 rpm.
MODEL 7720	:		20 HP, 1800 rpm.
MODEL 7728	:		28 HP, 2750 rpm.
MODEL 7732	:		32 HP, 3000 rpm.

		TEK & ÇİFT SİLİDİRLİ MOTORLAR
Tip	:	Dikey, Su Soğutmalı, 4-Zamanlı, Dizel Motor
Silindir Çapı	:	98 mm.
Strok	:	100 mm.
Yanma Sistemi	:	Direk Enjeksiyonlu
Sıkıştırma Oranı	:	1/17
Özgül Yakıt Tüketimi	:	187 gr/HPh
Yağlama Sistemi	:	Dişli Pompa ile Cebri Yağlama
Soğutma Sistemi	:	Radyatörlü
Yakıt Pompası	:	Super Star (Bosch Tipi)
Enjektör	:	Bosch KBL 67 S 75
Enjektör Memesi	:	Bosch DLL 150 S 171
Püskürtme Basıncı	:	175 Kg/cm^2
Subap Boşluğu	:	0,25 mm., Motor Soğukken
Püskürtme Avansı	:	32 °KMA (Ü.Ö.N dan önce) 16 & 28 HP'de 35 °KMA
Emme Subabı Açılma	:	15 °KMA (Ü.Ö.N.' dan önce)
Eksoz Subabı Kapanma	:	15 °KMA (Ü.Ö.N.' dan sonra)

108 ϕ MOTORLAR İÇİN TEKNİK ÖZELLİKLER

		TEK SİLİNDİRLİ MOTORLAR	ÇİFT SİLİNDİRLİ MOTORLAR
Silindir Sayısı	:	1	2
Strok Hacmi	:	0.92 lt.	1.84 lt.
Yakıt Tankı Kapasitesi	:	12 lt.	15 lt.
Karter Yağ Kapasitesi (Filtre dahil)	:	2.3 lt.	4.3 lt.
Kuru Ağırlığı	:	174 kg.	236 kg.

GÜÇ & DEVİR SAYISI

MODEL 9210	:	10 HP, 1500 rpm.	
MODEL 9212	:	12 HP, 1800 rpm.	
MODEL 9214	:	14 HP, 2300 rpm.	
MODEL 9219	:	19 HP, 3000 rpm.	
MODEL 9219-A	:		19 HP, 1500 rpm.
MODEL 9224	:		24 HP, 1800 rpm.
MODEL 9234	:		34 HP, 2750 rpm.
MODEL 9239	:		39 HP, 3000 rpm.

		TEK & ÇİFT SİLİDİRLİ MOTORLAR
Tip	:	Dikey, Su Soğutmalı, 4-Zamanlı, Dizel Motor
Silindir Çapı	:	108 mm.
Strok	:	100 mm.
Yanma Sistemi	:	Direk Enjeksiyonlu
Sıkıştırma Oranı	:	1/17
Özgül Yakıt Tüketimi	:	187 gr/HPh
Yağlama Sistemi	:	Dişli Pompa ile Cebri Yağlama
Soğutma Sistemi	:	Radyatörlü
Yakıt Pompası	:	Super Star (Bosch Tipi)
Enjektör	:	Bosch KBL 67 S 75
Enjektör Memesi	:	Bosch DLL 150 S 171
Püskürtme Basıncı	:	175 Kg/cm^2
Subap Boşluğu	:	0,25 mm., Motor Soğukken
Püskürtme Avansı	:	32 °KMA (Ü.Ö.N.' dan önce) 19 & 39 HP'de 35 °KMA
Emme Subabı Açılma	:	15 °KMA (Ü.Ö.N.' dan önce)
Eksoz Subabı Kapanma	:	15 °KMA (Ü.Ö.N.' dan sonra)

T.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Tek Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
1	T.S. BLOK	1	2.500
2	T.S. AYAK	2	5.000
3	DİŞİ KAPLİN - (Y.T.)	1	2.500
4	KAM DİŞLİSİ	1	2.500
5	KAM MİLİ EKSENEL YATAĞI	1	2.500
6	TAPET	2	5.000
7	T.S. SOL YAN KAPAK-DELİKLİ	1	2.500
8	T.S. SAĞ YAN KAPAK	1	2.500
9	YAĞ FİLTRE KONSOLU	1	2.500
10	T.S. ÜST KAPAK	1	2.500
11	ÖN KAPAK-(1u+7k)	1	2.500
12	Ç.S. VOLANT- MARŞLI (SAE-3)	1	2.500
13	VOLANT MUHAFAZA-MARŞ. (SAE-3)	1	2.500
14	İ.H. KURTAĞZI	1	2.500
15	KRANK KASNAĞI - NT.	1	2.500
16	T.S. SU ÇIKIŞ FLANŞI	1	2.500
17	KRANK EKSENEL YATAĞI	2	5.000
18	KÜLBÜTÖR	2	5.000
19	T.S. KAM MİLİ	1	2.500
20	KAFA SAPLAMASI-UZUN	5	12.500
21	KAFA SAPLAMASI-KISA	1	2.500
22	KRANK DİŞLİSİ	1	2.500
23	KRANK ÖN BURCU	1	2.500
24	REGÜLATÖR TABLALI MİLİ	1	2.500
25	T.S. KÜLBÜTÖR MUYLUSU	1	2.500
26	T.S. DEKOMPRESYON KOLU-(YT)	1	2.500
27	VOLANT SOMUNU	1	2.500
28	VOLANT DİŞLİSİ (SAE-3)	1	2.500
29	T.S. KRANK MİLİ	1	2.500
30	PİSTON KOLU	1	2.500
31	YAĞ POMPASI 2' li -(K)	1	2.500
32	YAĞ BORU 10-UZUN-(K)	1	2.500
33	YAĞ BORU 10-KISA-(K)	1	2.500
34	T.S.YAĞ BORUSU-5-M-(K)	1	2.500
35	MAZOT POMPASI-S. STAR	1	2.500
36	T.S. REG. ÇUBUĞU - (K)	1	2.500
37	YAĞ SEVİYE ÇUBUĞU-K (YT)	1	2.500
38	T.S. KAFA	1	2.500
39	T.S. MAZOT DEPOSU-(K)	1	2.500
40	YAKIT FİLTRE FLANŞI-(K)	1	2.500
41	GAZ DİSKİ - KOMPLE	1	2.500
42	İ.H. DÜĞMESİ - KOMPLE	1	2.500

T.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Tek Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
43	TAZYİKLİ YAKIT DEPOSU-(K)-YT	1	2.500
44	Ç.S. D/D POMPASI - (K)	1	2.500
45	DON TAPASI	1	2.500
46	TAPA M.14 x 1,5	2	5.000
47	DİŞLİ KAMASI 5mm.	2	5.000
48	KAM MİLİ BASKI PULU	1	2.500
49	SUPAP İTİCİ ÇUBUĞU	2	5.000
50	TAPA 5/16 NC-10	1	2.500
51	TAPA 3/8 NC-10	1	2.500
52	M.14x1,5 DELİKLİ CİVATA	4	10.000
53	M.8x1 DELİKLİ CİVATA	1	2.500
54	YAĞ FİLTRE KONSOL REKORU	1	2.500
55	SUBAP YAYI ALT PULU	2	5.000
56	SUBAP YAYI ÜST PULU	2	5.000
57	ÖZEL DÜZ PUL - 1/2"	6	15.000
58	KAFA SAPLAMA SOMUNU	6	15.000
59	KANCA LAMASI	1	2.500
60	MAZOT DEPO KONSOLU	1	2.500
61	KÜLB. MUYLU CİVATASI	1	2.500
62	ÖZEL DÜZ PUL 7/16"	1	2.500
63	PİM 3-43mm. (DEKP. KOLU)	1	2.500
64	SUBAP AYAR CİVATASI	2	5.000
65	YAĞLAMA REKORU	1	2.500
66	ÜST GERGİ PİMİ	2	5.000
67	ALT GERGİ PİMİ	2	5.000
68	REGÜLATÖR YAYI	1	2.500
69	VOLANT KAMASI	1	2.500
70	SAPLAMA 3/4 NF - 72	1	2.500
71	M.14 YAĞ MÜŞÜR REKORU	1	2.500
72	M.8 x 1 SOMUN	2	5.000
73	ARKA KAPAK CONTASI	2	5.000
74	SAPLAMA 5/16 NC - 30	3	7.500
75	SİLİNDİR GÖMLEĞİ	1	2.500
76	GÖMLEK HALKASI	2	5.000
77	PİSTON (SEGMANSIZ)	1	2.500
78	KOL YATAĞI STD-Takım	1	2.500
79	SEGMAN (TAKIM)	1	2.500
80	HALKA 6,5 x 2,2 mm.	2	5.000
81	KAPAKÇIK	1	2.500
82	CONTA (KAPAKÇIK)-TS.	1	2.500
83	CONTA (YAN KAPAK)-TS.	2	5.000
84	YAĞ FİLTRESİ	1	2.500

T.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Tek Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
85	EMME SUBABI	1	2.500
86	EKSOZ SUBABI	1	2.500
87	SUBAP YAYI 36 mm.	2	5.000
88	T.S. KAFA CONTASI	1	2.500
89	CONTA (ÜST KAPAK)-TS.	1	2.500
90	DEKP. KOLU LASTİĞİ-15	1	2.500
91	YAĞ KAPAĞI	1	2.500
92	YAĞ KAPAK O-RİNGİ (4H-058)	1	2.500
93	SUBAP AYAR SOMUNU	2	5.000
94	YAĞLAMA REKOR TAPASI	1	2.500
95	DEPO ÇEMBERİ-(ET)	2	5.000
96	DEPO KAPAĞI-MADENİ	1	2.500
97	YAK. FİLTRE ELEMANI-(YT)	1	2.500
98	CONTA (DEPO FLANŞI)	1	2.500
99	CONTA (ÖN KAPAK)	1	2.500
100	YAĞ KEÇESİ	2	5.000
101	VOLANT EMNİYET SACI	1	2.500
102	EKSOZ CONTASI	1	2.500
103	ENJEKTÖR (DLL150S171-CAV6225)	1	2.500
104	ENJEKTÖR BAKIR PULU	1	2.500
105	ENJEKTÖR TESPİT FLANŞI	1	2.500
106	CONTA-SU GİRİŞ FLANŞI	1	2.500
107	CONTA-SU ÇIKIŞ FLANŞI	1	2.500
108	M.12 BAKIR PULU	1	2.500
109	YAĞ MÜŞÜRÜ (ŞALTER)	1	2.500
110	HARARET MÜŞÜRÜ	1	2.500
111	CİVATA 1/4 NC-15	6	15.000
112	CİVATA 5/16 NC-20	13	32.500
113	CİVATA 5/16 NC-30	5	12.500
114	CİVATA 5/16 NC-55	7	17.500
115	CİVATA 5/16 NC-75	2	5.000
116	CİVATA 5/16 NC-98	1	2.500
117	CİVATA 3/8 NC-25	1	2.500
118	CİVATA 3/8 NC-35	13	32.500
119	CİVATA 1/2 W-40	4	10.000
120	SOMUN 5/16 NC	9	22.500
121	SOMUN 3/8 NC	2	5.000
122	YAYLI RONDELA 1/4	6	15.000
123	YAYLI RONDELA 5/16	24	60.000
124	YAYLI RONDELA 3/8	16	40.000
125	YAYLI RONDELA 1/2	4	10.000
126	DÜZ PUL 5/16	2	5.000

T.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Tek Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
127	ALÜMİNYUM PUL M.8	2	5.000
128	ALÜMİNYUM PUL M.14	13	32.500
129	KOPİLYA 1,5x15	1	2.500
130	ALM. PERÇİN 3x6	4	10.000
131	M.8x1x50 CİVATA	2	5.000
132	ANA YATAK -(STD)	2	5.000
133	SUBAP TIRNAĞI	4	10.000

Ç.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Çift Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
1	Ç.S. BLOK	1	2.500
2	Ç.S. AYAK	2	5.000
3	DİŞİ KAPLİN - (Y.T.)	1	2.500
4	KAM DİŞLİSİ	1	2.500
5	KAM MİLİ EKSENEL YATAĞI	1	2.500
6	TAPET	4	10.000
7	Ç.S. KAPAKÇIK	1	2.500
8	Ç.S. MARŞLI YAN KAPAK	1	2.500
9	Ç.S. SAĞ YAN KAPAK -DELİKLİ	1	2.500
10	YAĞ FİLTRE KONSOLU	1	2.500
11	KÜLBÜTÖR MUYLU YATAĞI	2	5.000
12	EMME MANİFOLDU	1	2.500
13	Ç.S. ÜST KAPAK	1	2.500
14	ÖN KAPAK-ALT.DEP.JEN.	1	2.500
15	Ç.S. VOLANT- MARŞLI (SAE-3)	1	2.500
16	VOLANT MUHAFAZA-MARŞ. (SAE-3)	1	2.500
17	İ.H. KURTAĞZI	1	2.500
18	KRANK KASNAĞI - NT.	1	2.500
19	Ç.S. SU ÇIKIŞ FLANŞI	1	2.500
20	KRANK EKSENEL YATAĞI	2	5.000
21	KÜLBÜTÖR	4	10.000
22	Ç.S. KAM MİLİ	1	2.500
23	KAFA SAPLAMASI-UZUN	9	22.500
24	KRANK DİŞLİSİ	1	2.500
25	KRANK ÖN BURCU	1	2.500
26	REGÜLATÖR TABLALI MİLİ	1	2.500
27	Ç.S. KÜLBÜTÖR MUYLUSU	1	2.500
28	Ç.S. DEKOMPRESYON KOLU-(YT)	1	2.500
29	VOLANT SOMUNU	1	2.500
30	VOLANT DİŞLİSİ (SAE-3)	1	2.500
31	Ç.S. KRANK MİLİ	1	2.500
32	Ç.S. ORTA YATAK-(KOMPLE)	1	2.500
33	PİSTON KOLU	2	5.000
34	YAĞ POMPASI 2' li -(K)	1	2.500
35	YAĞ BORU 10-UZUN-(K)	1	2.500
36	YAĞ BORU 10-KISA-(K)	1	2.500
37	M.8 LEHİM BAŞLIĞI-2'li-(K)	1	2.500
38	Ç.S.YAĞ BORUSU-5-M-(K)	1	2.500
39	MAZOT POMPASI-S. STAR	2	5.000
40	Ç.S. REG. ÇUBUĞU - (K)	1	2.500
41	YAĞ SEVİYE ÇUBUĞU-K (YT)	1	2.500
42	Ç.S. KAFA	1	2.500

Ç.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Çift Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
43	Ç.S. MAZOT DEPOSU-(K)	1	2.500
44	YAKIT FİLTRE FLANŞI-(K)	1	2.500
45	GAZ DİSKİ - KOMPLE	1	2.500
46	İ.H. DÜĞMESİ - KOMPLE	1	2.500
47	TAZYİKLİ YAKIT BORUSU-(K)-YT	2	5.000
48	Ç.S. D/D POMPASI - (K)	1	2.500
49	DON TAPASI	2	5.000
50	TAPA M.14 x 1,5	2	5.000
51	DİŞLİ KAMASI 5mm.	2	5.000
52	KAM MİLİ BASKI PULU	1	2.500
53	SUPAP İTİCİ ÇUBUĞU	4	10.000
54	TAPA 5/16 NC-10	1	2.500
55	M.14x1,5 DELİKLİ CİVATA	4	10.000
56	M.8x1 DELİKLİ CİVATA	3	7.500
57	0,25 / 0,30 CONTA LAYNER	4	10.000
58	POMPA ARA ÇUBUĞU	1	2.500
59	YAĞ FİLTRE KONSOL REKORU	1	2.500
60	SUBAP YAYI ALT PULU	4	10.000
61	SUBAP YAYI ÜST PULU	4	10.000
62	ÖZEL DÜZ PUL - 1/2"	9	22.500
63	KAFA SAPLAMA SOMUNU	9	22.500
64	KANCA LAMASI	1	2.500
65	MAZOT DEPO KONSOLU	1	2.500
66	KÜLBÜTÖR ARA PULU	4	10.000
67	ÖZEL DÜZ PUL 7/16"	4	10.000
68	PİM 3-43mm. (DEKP. KOLU)	1	2.500
69	SUBAP AYAR CİVATASI	4	10.000
70	ÜST GERGİ PİMİ	2	5.000
71	ALT GERGİ PİMİ	2	5.000
72	REGÜLATÖR YAYI	1	2.500
73	VOLANT KAMASI	1	2.500
74	SAPLAMA 3/4 NF - 72	1	2.500
75	M.14 YAĞ MÜŞÜR REKORU	1	2.500
76	M.8 x 1 SOMUN	2	5.000
77	ARKA KAPAK CONTASI	3	7.500
78	SAPLAMA 5/16 NC - 30	6	15.000
79	SAPLAMA 3/8 NC - 43	12	30.000
80	SİLİNDİR GÖMLEĞİ	2	5.000
81	GÖMLEK HALKASI	4	10.000
82	PİSTON (SEGMANSIZ)	2	5.000
83	KOL YATAĞI STD-Takım	3	7.500
84	SEGMAN (TAKIM)	2	5.000

Ç.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Çift Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
85	HALKA 6,5 x 2,2 mm.	3	7.500
86	CONTA (KAPAKÇIK)-ÇS.	1	2.500
87	CONTA (YAN KAPAK)-ÇS.	2	5.000
88	YAĞ FİLTRESİ	1	2.500
89	EMME SUBABI	2	5.000
90	EKSOZ SUBABI	2	5.000
91	SUBAP YAYI 36 mm.	4	10.000
92	SUBAP YAYI 26 mm.	4	10.000
93	Ç.S. KAFA CONTASI	1	2.500
94	CONTA (ÜST KAPAK)-Ç.S.	1	2.500
95	DEKP. KOLU LASTİĞİ-15	1	2.500
96	YAĞ KAPAĞI	1	2.500
97	YAĞ KAPAK O-RİNGİ (4H-058)	1	2.500
98	SUBAP AYAR SOMUNU	4	10.000
99	SAPLAMA 5/16 NC-33	2	5.000
100	DEPO ÇEMBERİ-(ET)	2	5.000
101	DEPO KAPAĞI-MADENİ	1	2.500
102	YAK. FİLTRE ELEMANI-(YT)	1	2.500
103	CONTA (DEPO FLANŞI)	1	2.500
104	CONTA (ÖN KAPAK)	1	2.500
105	YAĞ KEÇESİ	2	5.000
106	VOLANT EMNİYET SACI	1	2.500
107	CONTA (HAVA FİLTRESİ)	2	5.000
108	EKSOZ CONTASI	1	2.500
109	ENJEKTÖR (DLL150S171-CAV6225)	2	5.000
110	ENJEKTÖR BAKIR PULU	2	5.000
111	ENJEKTÖR TESPİT FLANŞI	2	5.000
112	CONTA-SU GİRİŞ FLANŞI	1	2.500
113	Ç.S. CONTA-SU ÇIKIŞ FLANŞI	1	2.500
114	M.12 BAKIR PUL	1	2.500
115	YAĞ MÜŞÜRÜ (ŞALTER)	1	2.500
116	HARARET MÜŞÜRÜ	1	2.500
117	CİVATA 1/4 NC-15	6	15.000
118	CİVATA 5/16 NC-20	18	45.000
119	CİVATA 5/16 NC-30	3	7.500
120	CİVATA 5/16 NC-52	2	5.000
121	CİVATA 5/16 NC-55	7	17.500
122	CİVATA 5/16 NC-80	3	7.500
123	CİVATA 5/16 NC-98	1	2.500
124	CİVATA 3/8 NC-25	1	2.500
125	CİVATA 3/8 NC-35	13	32.500
126	CİVATA 7/16 NC-64	2	5.000

Ç.S. MARŞLI MOTOR PARÇA LİSTESİ

MAMUL : Çift Silindirli Dizel Motor
MİKTAR : 2500 Ad/Yıl

SIRA NO	PARÇA İSMİ	1 MOTORDA GER.MİKTAR	TOPLAM GEREKLİ MİKTAR
127	CİVATA 7/16 NC-110	2	5.000
128	SOMUN 5/16 NC	14	35.000
129	SOMUN 3/8 NC	16	40.000
130	YAYLI RONDELA 1/4	6	15.000
131	YAYLI RONDELA 5/16	31	77.500
132	YAYLI RONDELA 3/8	26	65.000
133	TIRTILLI RONDELA 3/8"	4	10.000
135	DÜZ PUL 5/16	2	5.000
136	ALÜMİNYUM PUL M.8	6	15.000
137	ALÜMİNYUM PUL M.14	13	32.500
138	KOPİLYA 1,5x15	2	5.000
139	ALM. PERÇİN 3x6	4	10.000
140	M.8x1x50 CİVATA	2	5.000
141	ANA YATAK - (STD)	2	5.000
142	SUBAP TIRNAĞI	8	20.000

FABRİKADA İMAL EDİLECEK PARÇALARIN LİSTESİ

PARÇA NO	PARÇA İSMİ	MALZEME	1 MOTORDA GER. MİK.	TOP. MİK. (Ad/Yıl)
1	TEK SİLİNDİRLİ BLOK-98	GG-25	1	2000
2	TEK SİLİNDİRLİ BLOK-108	GG-25	1	500
3	ÇİFT SİLİNDİRLİ BLOK-98	GG-25	1	2000
4	ÇİFT SİLİNDİRLİ BLOK-108	GG-25	1	500
5	KAM DİŞLİSİ	GTW-40	TS-1,ÇS-1	5000
6	T.S.SOL YAN KAPAK-DELİKLİ	GG-22	1	2500
7	Ç.S.SOL YAN KAPAK	GG-22	1	2500
8	T.S.SAĞ YAN KAPAK	GG-22	1	2500
9	Ç.S.SAĞ YAN KAPAK-DELİKLİ	GG-22	1	2500
10	T.S.ÜST KAPAK	GG-22	1	2500
11	Ç.S.ÜST KAPAK	GG-22	1	2500
12	ÖN KAPAK-ALT.DEP.JEN.	GG-22	1	2500
13	ÖN KAPAK-1u.+7k.	GG-22	1	2500
14	Ç.S.VOLANT-MARŞ.(SAE3)	GG-22	TS-1,ÇS-1	5000
15	VOLANT MUH.-MARŞ.(SAE3)	GG-22	TS-1,ÇS-1	5000
16	İ.H.KURTAĞZI	Sfero	TS-1,ÇS-1	5000
17	KRANK DİŞLİSİ	Ç1040	TS-1,ÇS-1	5000
18	KRANK ÖN BURCU	Ç1040	TS-1,ÇS-1	5000
19	T.S.KRANK MİLİ	SAE 5140	1	2500
20	Ç.S.KRANK MİLİ	SAE 5140	1	2500
21	PİSTON KOLU	SAE4140	TS-1,ÇS-2	7500
22	ARKA KAPAK	GG-25	TS-1,ÇS-1	5000
23	T.S. AYAK	GG-22	2	5000
24	Ç.S. AYAK	GGG-40 Sfero	2	5000
25	YAĞ FİLTRE KONSOLU	GG-22	TS-1,ÇS-1	5000
26	T.S. SU ÇIKIŞ FLANŞI	3/8"Siyah Dişsiz Boru / HRP Sac	1	2500
27	KRANK KASNAĞI-(FT)	GG-22	TS-1,ÇS-1	5000
28	T.S. KÜLBÜTÖR MUYLUSU	OtomatÇeliği	1	2500
29	Ç.S. KÜLBÜTÖR MUYLUSU	OtomatÇeliği	1	2500
30	T.S.DEKOMPRESYON KOLU-(YT)	OtomatÇeliği	1	2500
31	Ç.S.DEKOMPRESYON KOLU-(YT)	OtomatÇeliği	1	2500
32	VOLANT SOMUNU	Ç1040	TS-1,ÇS-1	5000
33	VOLANT DİŞLİSİ-(SAE3)	Ç1030 (13x26 Lama)	TS-1,ÇS-1	5000
34	T.S.EKZOST DİRSEĞİ-GEN.Y.T.	GG-22	1	2500
35	Ç.S.EKZOST DİRSEĞİ-GEN.Y.T.	GG-22	1	2500
36	MAZOT OTOM.EKSANTRİĞİ	Ç1050	TS-1,ÇS-1	5000
37	ÖZEL DÜZ PUL-1/2"	3mm.HRP Sac	TS-6,ÇS-9	37500
38	KANCA LAMASI	5x20 Lama	TS-1,ÇS-1	5000
39	KÜLBÜTÖR MUYLU CİVATASI	Otomat Çeliği	TS-1	2500
40	ÖZEL DÜZ PUL-7/16"	3 mm.HRP Sac	TS-1,ÇS-4	12500
41	SAPLAMA 3/4"NF-72	o 19 Otomat Çeliği	TS-1,ÇS-1	5000
42	Ç.S.KAPAKÇIK	GG-22	1	2500
43	İ.H.KOLU-KOMPLE	-	1	2500
44	D/D POMPASI-KOMPLE	-	TS-1,ÇS-1	5000
45	GERGİ KASNAĞI-KOMPLE	-	TS-1,ÇS-1	5000

FABRİKADA İMAL EDİLECEK PARÇLARDAN KOMPLE OLANLARIN ALT PARÇALARI

KOMPLENİN İSMİ	ALT PARÇALARI	MALZEME	KOMPLEDE GER.MİKTAR
İ.H.KOLU-KOMPLE	İ.H.Kol Mili	Transmisyon Çeliği	1
	İ.H.Kol Pulu (3/8")	3 mm.HRP Sac	1
	İ.H.Kolu Çevirme Mili	Transmisyon Çeliği	1
	İ.H.Kolu Laması	10x30 Lama	1
	İ.H.Kol Borusu	1/2"Siyah Dişsiz Boru	1
	İ.H.Kol Pimi	Transmisyon Çeliği	1
D/D POMPASI KOMPLE	D/D Pompa Kasnağı	GG-22	1
	Fan (D/D)	SnPbBz75	1
	Mekanik Salmastra	-	1
	Su D/D Rulmanı (W-2406-1)	-	1
	D/D Pompa Kapağı	GG-15	1
	D/D Pompa Gövdesi	GG-22	1
GERGİ KASNAĞI KOMPLE	Gergi Kasnağı	Ç1030	1
	Gergi Kasnağı Mili	Transmisyon	1
	Jen.Gergi Kasnak Laması	5x30 Lama	1

Yukarıdaki parçalardan İ.H.Kolu-Komplenin alt parçalarından olan İ.H.Kol Pulu (3/8"); Gergi Kasnağı-Komplenin alt parçalarından olan Gergi Kasnağı Mili ve Jen.Gergi Kasnak Laması; D/D Pompası-Komplenin alt parçalarından olan Su D/D Rulmanı (W-2406-1) ve Mekanik Salmastra fabrikada üretilmemektedir. Bu parçalar dış satın alma parçalarıdır.

2.0. HESAP YÖNTEMİ

Bu bölümde, sıkıştırma oranı ε =17, hızı n=3000d/d , gücü N_e=19 HP (13.97 kW) , ana boyutları; strok [S] = 100mm. ve silindir çapı [D] = 108mm. olan tek silindirli su soğutmalı diesel motorun hesap yöntemi gösterilmektedir.

2.1. Tek Silindirli Diesel Motorun Isı Analizi Yöntemi

2.1.1. Isı Analizi Yöntemi

Yakıt ve kimyasal Reaksiyonlar

Elemanter yakıt, kütle yüzdeleri : (Dizel motorlar için)

[C] = Karbon [H] = Hidrojen [O] = Oksijen

Hesaplarda C = 0.870, H = 0.126, O = 0.004 olarak alınması uygun görülmüştür..

Yakıtın alt ısıl değeri

$$H_u = 33.91C + 125.60H - 10.89\,(O-S) - 2.51\,(9H+W) \tag{2.1}$$

[H_u] = Yakıtın alt ısıl değeri (kJ/kg)

Teorik hava ihtiyacı

$$L_0 = 1 / 0.208\,(C/12+H/4 - O/32) \tag{2.2}$$

[L_0] = Teorik hava ihtiyacı (kmol hava /kg yakıt)

$$l_0 = 1 / 0.23\,(8/3C+8H - O) \tag{2.3}$$

[l_0] = Teorik hava ihtiyacı (kg hava / kg yakıt)

Hava fazlalık katsayısı

[λ] = Hava fazlalık katsayısı

Modern aşırıdoldurmasız dizel motorlarında hava fazlalık katsayısı λ =1.4 ila 1.5 arasındadır. Bu sebeple λ =1.4 kabul edilmiştir.

Taze dolgu miktarı

$$M_1 = \lambda\, L_0 \tag{2.4}$$

[M_1] = Taze dolgu miktarı (kmol taze dolgu / kg yakıt)

Yanabilir karışım miktarları

$$M_{CO2} = C / 12 \tag{2.5}$$

[M_{CO2}] = CO_2 miktarı (kmol CO_2 / kg yakıt)

$$M_{H2O} = H / 2 \tag{2.6}$$

[M_{H2O}] = H_2O Miktarı (kmol H_2O / kg yakıt)

$$M_{O2} = 0.208(\lambda - 1) \tag{2.7}$$

[M_{O2}] = O_2 miktarı (kmol O_2 / kg yakıt)

$$M_{N2} = 0.792\,\lambda\, L_0 \tag{2.8}$$

[M_{N2}] = N_2 miktarı (kmol N_2 / kg yakıt)

$M_2 = M_{CO2} + M_{H2O} + M_{O2} + M_{N2}$ (2.9)

[M_2] = Toplam yanma ürünleri miktarı (kmol yanma ürünü / kg yakıt)

Atmosferik basınç ve sıcaklık, ve artık gazlar

Atmosferik basınç ve sıcaklık P_0 ; T_0 başlangıçta kabul edilir. [P_0] = Atmosferik basınç (MPa)

[T_0] = Çevre sıcaklığı (K)

Artık gaz sıcaklığı T_r , basıncı ise P_r = 1.05 x P_0 dir. (2.10)

[T_r] = Artık gaz sıcaklığı (K)

[P_r] = Artık gaz basıncı (MPa)

2.1.1.1. Emme Prosesinin Hesap Yöntemi

Aşırı doldurmasız dizel motorlarında taze dolgu doğal yolla ön ısınmaya tabi olmaktadır. Bunun sonucu sıcaklığı 15-20^{0}C artmaktadır.

ΔT hesaplar için kabul edilir.

[ΔT] = Taze dolgunun sıcaklık artımı (^{0}C)

Taze dolgunun yoğunluğu $\rho_0 = P_0 \times 10^6 / (R_a\ T_0)$ (2.11)

[ρ_0] = Taze dolunun yoğunluğu (kg/m^3)

Emmedeki basınç kayıpları

$$\Delta_{pa} = \left(\beta^2 + \xi_{in}\right)\omega_{in}^2 \rho_0 \times 10^{-6}/2 \quad (2.12)$$

[Δ_{pa}] = Emmedeki basınç kayıpları (MPa)

[$\left(\beta^2 + \xi_{in}\right)$] = Emme manifoldu direnç karsayısı

[ω_{in}] = Taze dolu hızı (m/s)

Emme sonu basıncı

$$P_1 = P_0 - \Delta_{pa} \quad (2.13)$$

[P_1] = Emme sonu basıncı (MPa)

Artık gaz katsayısı

$$\gamma_r = \frac{T_0 + \Delta T}{T_r} \times \frac{P_r}{\varepsilon P_1 - P_r} \quad (2.14)$$

[γ_r] = Artık gaz katsayısı

Emme sonu sıcaklığı

$$T_1 = (T_0 + \Delta T + \gamma_r\ T_r) / (1 + \gamma_r) \quad (2.15)$$

[T_1] = Emme sonu sıcaklığı (K)

Volümetrik verim

$$\eta_v = T_0(\varepsilon P_1 - P_r) / [(T_0 + \Delta T)(\varepsilon - 1) P_0] \quad (2.16)$$

[η_v] = Volümetrik verim

2.1.1.2. Sıkıştırma Prosesinin Hesap Yöntemi

ε = 17 ve bulunan Ta değerine göre dizel motorlarda politropik üs n_1 adyabatik üs k_1'e eşit kabul edilir.

[n_1] = Sıkıştırmadaki politropik üs

[k_1] = Sıkıştırmadaki adyabatik üs

Sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklığı

$$P_2 = P_1 \varepsilon^{n_1} \quad (2.17)$$

[P_2] = Sıkıştırma sonu basıncı (MPa)

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{n_1 - 1} \quad (2.18)$$

[T_2] = Sıkıştırma sonu sıcaklığı (K)

Sıkıştırma sonundaki özgül ısılar

A) Taze dolgu (hava) $(mc_v)_{t0}^{t2} = 20.6 + 2.638\text{x}10^{-3} t_2$; $t_2 = T_2 - 273$ (2.19)

[$(mc_v)_{t0}^{t2}$] = Taze dolgunun özgül ısısı (kJ/kmol)

B) Artık gazlar $(mc_v2)_{t0}^{t2} = 24.1647$ kJ/kmol

[$(mc_v2)_{t0}^{t2}$] = Artık gazların özgül ısısı (kJ/kmol)

C) İş gazı $(mc_v3)_{t0}^{t2} = [1 / (1+\gamma_r)][(mc_v)_{t0}^{t2} + \gamma_r (mc_v2)_{t0}^{t2}]$ (2.20)

[$(mc_v3)_{t0}^{t2}$] = İş gazının özgül ısısı (kJ/kmol)

2.1.1.3. Yanma Prosesinin Hesap Yöntemi

Yanabilir dolgunun moleküler değişim katsayısı :

$$\mu_0 = M_2 / M_1 \quad (2.21)$$

[μ_0] = Yanabilir dolgunun moleküler değişim katsayısı

İş gazının moleküler değişim katsayısı :

$$\mu = (\mu_0 + \gamma_r) / (1+\gamma_r) \quad (2.22)$$

[μ] = İş gazının moleküler değişim katsayısı

İş gazının yanmasından meydana gelen ısı :

$$H_{wm} = H_u / [M_1 (1+\gamma_r)] \quad (2.23)$$

[H_{wm}] = İş gazının yanmasından meydana gelen ısı (kJ/kmol iş gazı)

Yanma ürünlerinin özgül ısıları :

$$(mc_p)_{t0}^{tz} = 31.128 + 0.001819\, t_z \qquad (2.24)$$

[$(mc_p)_{t0}^{tz}$] = Yanma ürünlerinin özgül ısıları (kj/kmol)

[t_z] = Yanma sonundaki sıcaklık (^{0}C)

Yanma sonundaki sıcaklık :

Yakıt enjeksiyonun iyi gerçekleştirildiği modern dizel motorlarda yanma sonucu açığa çıkan ısıdan faydalanma katsayısı $\xi_z = 0.82$ alınabilir.

Dizel motordaki basınç artımı çevrim başına silindirlere sokulan yakıt miktarına bağlıdır. Motor elemanları üzerindaki mekanik zorlanmaları azaltmak için maksimum yanma basıncının 11-12 MPa olması gerekmektedir. Buna göre aşırı doldurmasız dizel motor için patlama oranı ρ=2 almak uygun olacaktır.

Bu durumda yanma sonundaki basınç şu denklem vasıtasıyla hesaplanır :

$$\xi_z\, H_{wm} + [(mc_v3)_{t0}^{t2} + 8.315\,\rho]\, t_2 + 2270(\rho - \mu) = \mu\, (mc_p)_{t0}^{tz}\, t_z \qquad (2.25)$$

$$T_z = t_z + 273 \text{ (K)} \qquad (2.26)$$

[ξ_z] = Yanma sonucu açığa çıkan ısıdan faydalanma katsayısı

[ρ] = Patlama oranı

Yanma sonundaki maksimum basınç :

$$P_z = \rho\, P_2 \qquad (2.27)$$

[P_z] = Yanma sonundaki basınç (MPa)

Ön genişleme oranı :

$$\varepsilon_g = \mu\, T_z / (\rho\, T_2) \qquad (2.28)$$

[ε_g] = Ön genişleme oranı

2.1.1.4. Genişleme Prosesinin Hesap Yöntemi

Genişleme oranı :

$$\delta = \varepsilon / \varepsilon_g \qquad (2.29)$$

[δ] = Genişleme oranı

Aşırı doldurmasız dizel motorda bulunan δ değeri, bulunan T_z değeri ve λ =1.4 'e göre genişlemedeki adyabatik ve politroik üsler (k_2 , n_2) belirlenir.

[k_2] = Genişlemedeki adyabatik üs

[n_2] = Genişlemedeki politropik üs

Genişleme süreci sonundaki basınç ve sıcaklık :

$P_3 = P_z$ [P_3] = Genişleme sonundaki basınç (MPa)

$T_3 = T_z / \delta^{n2-1}$ (2.30)

[T_3] = Genişleme sonundaki sıcaklık (K)

Daha önceden alınan artık gaz sıcaklığının kontrol edilmesi :

$T_r = T_3 / \sqrt[3]{P_3/P_r}$ (2.31)

2.2. Çevrimin Parametrelerinin Hesap Yöntemi

Teorik indike basınç :

$$P_i' = \frac{P_2}{\varepsilon-1}\left[\rho\left(\varepsilon_g-1\right)+\frac{\rho\varepsilon_g}{n_2-1}\left(1-\frac{1}{\delta^{n_2-1}}\right)-\frac{1}{n_1-1}\left(1-\frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}}\right)\right] \quad (2.32)$$

[P_i'] = Teorik indike basıç (MPa)

Gerçek indike basınç :

$P_i = \varphi_r \; P_i'$ (2.33)

[P_i] = Gerçek indike basınç (MPa) , [φ_r] = Yuvarlatma katsayısı

İndikatör verimi :

$\eta_i = P_i l_0 \lambda / \left(H_u \rho_0 \eta_v\right)$ (2.34)

[η_i] = İndikatör verimi

Özgül yakıt tüketimi :

$b_e = 3600 / (H_u \; \eta_i)$ (2.35)

[b_e] = Özgül yakıt tüketimi (g / kW h)

$P_m = 0.089 + 0.0118 \; V_{pm}$ (2.36)

[P_m] = Mekanik kayıplara giden basınç (MPa)

Burada $V_{pm} = \frac{2Hn}{60}$ olarak hesaplanır (2.37)

[V_{pm}] = Ortalama piston hızı (m/s)

Efektif basınç ve mekanik verim :

$P_e = P_i - P_m$ (2.38)

[P_e] = Efektif basınç (MPa)

$\eta_m = P_e / P_i$ (2.39)

[η_m] = Mekanik verim

Efektif verim ve özgül efektif yakıt tüketimi :

$\eta_e = \eta_i \ \eta_m$ (2.40)

[η_e] = Efektif verim

$b_{e0} = 3600 / (H_u \ \eta_e)$ (2.41)

[b_{e0}] = Özgül efektif yakıt tüketimi (g / (kW h)

3.0. MOTOR DİNAMİĞİNİN ANALİZİ YÖNTEMİ

3.1. Hareket Eden Elemanların Kütlelerinin Hesap Yöntemi :

Hareket eden elemanları, silindir ekseni boyunca hareket eden yani gidip gelen (piston ve biyelin küçük baş kısmı) ve dönen (krank ve biyelin büyük baş kısmı) parçalar olmak üzere iki grupta toplayabiliriz. Motor elemanlarının hesabında kullanılacak olan kütleler ve değerleri aşağıda verilmiştir.

$m_p = 1.775$ kg

[m_p] = Piston grubunun kütlesi (kg)

$m_{cr} = 1.970$ kg

[m_{cr}] = Biyel grubunun kütlesi (kg)

$m_{crp} = (L_{crc} / L_{cr}) m_{cr}$ (3.1)

[m_{crp}] = Biyelin küçük baş kısmının kütlesi (kg)

$L_{crc} = 69$ mm

[L_{crc}] = Biyelin ağırlık merkezi ile büyük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

$L_{cr} = 219$ mm

[L_{cr}] =Biyel küçük baş ile büyük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

$m_{crc} = (L_{crp} / L_{cr}) m_{cr}$ (3.2)

[m_{crc}] = Biyelin büyük baş kısmının kütlesi (kg)

$L_{crp} = 150$ mm

[L_{crp}] = Biyelin ağırlık merkezi ile küçük baş ekseni arasındaki mesafe (mm)

$m_c' = m_c / F_p$ (3.3)

[m_c'] = Birim piston yüzü alanına düşen krank kütlesi (kg)

[F_p] = Piston yüzü alanı (m^2)

[m_c] = Krank kütlesi (Biyelin bağlandığı muylu ile krank kollarının kütleleri toplamıdır.) (kg)

$$F_p = \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.4)$$

Silindir ekseni boyunca hareket eden parçalar, m_j ile ifade edilir :

$$m_j = m_p + m_{crp} \tag{3.5}$$

[m_j] = Silindir ekseni boyunca hareket eden parçaların kütlesi (kg)

$$\lambda_0 = L_{cr} / R \tag{3.6}$$

[λ_0] = Biyel oranı

Dönen parçalar ise m_R ile ifade edilir :

$$m_R = m_c + m_{crc} \tag{3.7}$$

[m_R] = Dönen parçaların kütlesi (kg)

Krank mekanizmasına etki eden atalet kuvvetlerleri, elemanların hareket şekline bağlıdır. Buna göre atalet kuvvetleri, gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetleri P_j ve dönen parçaların oluşturduğu santrifüj atalet kuvvetleri K_R şeklinde iki gruba ayrılır.

[P_j] = Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetleri (N)

[K_R] = Dönen parçaların oluşturduğu santrifüj atalet kuvvetleri (N)

Piston ivmesine bağlı olarak silindir ekseni boyunca oluşan atalet kuvvetleri P_j, birincil atalet kuvveti P_{jI} ve ikincil atalet kuvveti P_{jII} olarak ikiye ayrılır. Tek silindirli motorlarda yapısal nedenlerden dolayı ikincil atalet kuvveti dengelenemediğinden hesaplarda gözönüne alınmaz.

Santrifüj atalet kuvveti $K_R = m_R R \omega^2$ olarak ifade edilir. (3.8)

[R] = Krank yarıçapı (mm)

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \tag{3.9}$$

[ω] = Dönen elemanların açısal hızı (rad/s)

Krank mekanizmasına etkiyen toplam gaz kuvveti, gaz kuvvetlari ile gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetlerinin toplamına eşitir.

$$P = P_g + P_j \tag{3.10}$$

[P] = Toplam gaz kuvveti (N)

[P_g] = Gaz kuvvetleri (N)

Toplam gaz kuvveti P nin yönü, silindir ekseni boyuncadır ve piston perno eksenine etki etmektedir. Gaz kuvveti P, birincisi kendi eksenine dik olacak şekilde silindir cidarına doğru ve diğeri biyel ekseni üzerinde olmak üzere iki bileşene ayrılır.

N kuvveti silindir eksenine dik yöndedir ve silindir cidarı tarafından absorbe edilmektedir.

[N] = Normal kuvvet (N)

S kuvvetinin yönü ise biyel ekseni boyuncadır ve krank miline etkimektedir. S kuvveti iki bileşene ayrılmaktadır :

Krank yarıçapı boyunca krank merkezine etkiyen K kuvveti ve krankın dönmesiyle oluşan, yarıçapı krank yarıçapına eşit daireye teğet T kuvveti.

[K] = Merkezi kuvvet (N)

[T] = Teğetsel kuvvet (N)

Teğetsel kuvvet T krank milinden alınacak torku oluşturan kuvvettir.

3.2. Tek Silindirli Motorun Dengelenmesi Yöntemi

Santrifüj atalet kuvvetlerinin ve gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetlerini dengelemek için krank mili kollarına iki eşit karşı ağırlık yerleştirilir. Bu karşı ağırlıkların ağırlık merkezi, krank eksenine ρ_{cw} mesafededir.

Bu durumda santrifüj atalet kuvveti K_R şu şekilde dengelenir :

$$2\, m_{cwR}\, \rho_{cw}\, \omega^2 = m_R \mathrm{R}\, \omega^2 \tag{3.11}$$

[m_{cwR}] = Santrifüj atalet kuvvetini dengeleyecek karşı ağırlık kütlesi (kg)

[ρ_{cw}] = Karşı ağırlıkların ağırlık merkezi ile krank ekseni arasındaki mesafe (mm)

$$\rho_{cw} = m_R \mathrm{R} / 2\, m_{cwR} \tag{3.12}$$

Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvveti ise şu şekilde dengelenir :

$$2\, m_{cwj} = 0.5\, m_j \mathrm{R} / \rho_{cw} \tag{3.13}$$

[m_{cwj}] = Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetini dengeleyecek karşı ağırlık kütlesi (kg)

Karşı ağırlıkların toplam ağırlığını bulmak için yukarıdaki değerler toplanır.

$$m_{cw} = m_{cwR} + m_{cwj} \tag{3.14}$$

[m_{cw}] = Karşı ağılıkların toplam kütlesi (kg)

Sistemdeki atalet kuvvetlerini dengelemek için yerleştirilen karşı ağırlıklar da krank miline bağlı olarak ω açısal hızıyla döneceklerinden kendileri de bir atalet kuvveti doğuracaklardır.

$$P_{cw} = m_{cw}\, \rho_{cw}\, \omega^2 \tag{3.15}$$

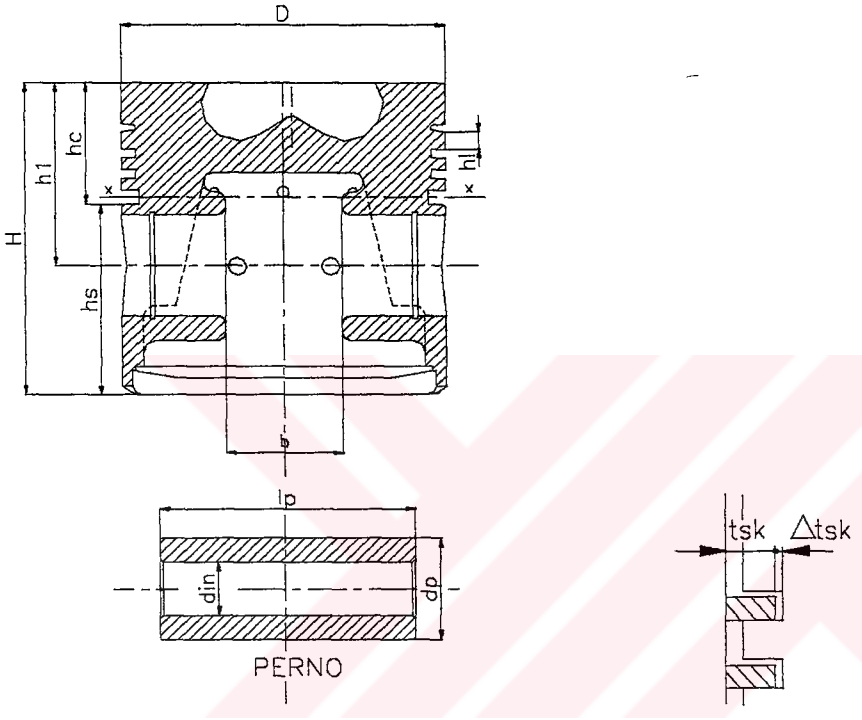
[P_{cw}] = Karşı ağırlıkların oluşturduğu atalet kuvveti (kN)

4.0. MOTOR ELEMANLARININ HESAP YÖNTEMİ

4.1. Piston Grubunun Dizayn Yöntemi

Piston grubu piston, segmanlar ve pernodan oluşmaktadır. Bu grup içerisinde en çok zorlanan pistonun kendisidir. En büyük gaz ve atalet kuvvetleri bu eleman üzerine geldiğinden malzeme özellikleri de yüksek olmalıdır. Tek silindirli diesel motorda kullanılan piston alüminyumdur.

4.1.1. Diesel Motor Pistonun Dizayn Yöntemi



Şekil 4.1.

[H] = Piston yüksekliği (mm)

[h_s] = Piston etek yüksekliği (mm)

[t_{sk}] = Radyal yöndeki segman kalınlığı (mm)

[Δt_{sk}] = Segman yuvası içerisinde piston ile segman arasındaki boşluk (mm)

[s] = Piston cidar kalınlığı (mm)

[h_l] = Birinci ile ikinci segman yuvası arasındaki bölgenin et kalınlığı (mm)

[n_0'] = Pistondaki yağ deliklerinin sayısı

[d_0] = Pistondaki yağ deliklerinin çapı (mm)

Piston malzemesi alüminyumdur ve $\alpha_p = 22x10^{-6}$ 1/K , silindir gömleği malzemesi ise dökme demir olup $\alpha_{cyl} = 11x10^{-6}$ 1/K dır.

[α_p] = Piston malzemesinin lineer genleşme katsayısı (1/K)

[α_{cyl}] = Silindir malzemesinin lineer genleşme katsayısı (1/K)

Pistonun yağ delikleri (x - x) eksenindeki basma gerilmesi :

Bu eksendeki kesiti x-x kesiti olarak alırsak ;

$$F_{x-x} = (\pi/4)\left(d_g^2 - d_i^2\right) - n_0' F' \quad (4.1)$$

[F_{x-x}] = x-x kesit alanı (m^2)

$$d_g = D - 2(t_{sk} + \Delta t_{sk}) \quad (4.2)$$

$$d_i = D - 2(s + t_{sk} + \Delta t_{sk}) \quad (4.3)$$

$$F' = d_0 (d_g - d_i) / 2 \quad (4.4)$$

Maksimum basma kuvveti

$$P_{z\max} = P_z F_p \quad (4.5)$$

[$P_{z\max}$] = Maksimum basma kuvveti (MN)

Basma gerilmesi

$$\sigma_{com} = P_{z\max} / F_{x-x} \quad (4.6)$$

[σ_{com}] = Basma gerilmesi (MPa)

x - x Kesitindeki Kopma Gerilmesi :

Boşta çalışmada maksimum açısal hız $\omega_{id\max} = \pi\, n_{id\max} / 30$ (4.7)

[$n_{id\max}$] = Boşta çalışmada motor hızı (d/d)

$$m_{x-x} = 0.6\, m_p \quad (4.8)$$

[m_{x-x}] = Segmanlar takılmış vaziyette x - x kesitinin üzerindeki piston başının kütlesi (kg)

Maksimum kopma kuvveti

$$P_k = m_{x-x} R\, \omega_{id\max}^2 (1 + \lambda_0) \quad (4.9)$$

[P_k] = Maksimum kopma kuvveti (MN)

Kopma gerilmesi

$$\sigma_r = P_k / F_{x-x} \quad (4.10)$$

[σ_r] = Kopma gerilmesi (MPa)

Üst Segman Bölgesindeki Gerilme

Kesme gerilmesi

$$\tau = 0.0314\, P_z D / h_l \quad (4.11)$$

[τ] = Kesme gerilmesi (MPa)

Eğme gerilmesi

$$\sigma_e = 0.0045\, P_z\, (D / h_l)^2 \tag{4.12}$$

[σ_e] = Eğme gerilmesi (MPa)

Toplam gerilme

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_e^2 + 4\tau^2} \tag{4.13}$$

[σ_Σ] = Toplam gerilme (MPa)

Silindir cidarına uygulanan piston basıncı

$$q_1 = N_{max} / (h_s D) \tag{4.14}$$

[q_1] = Piston eteği tarafından silindir cidarına uygulanan basınç (MPa)

$$q_2 = N_{max} / (HD) \tag{4.15}$$

[q_2] = Strok boyunca silindir cidarına uygulanan basınç (MPa)

Piston başı ve etek çapları

$$D_c = D - \Delta_c \tag{4.16}$$

[D_c] = Piston baş kısmının çapı (mm)

$$\Delta_c = 0.006D \tag{4.17}$$

$$D_s = D - \Delta_s \tag{4.18}$$

[D_s] = Piston etek kısmının çapı (mm)

$$\Delta_s = 0.002D \tag{4.19}$$

Sıcak durumda çaplardaki genleşme payları

$$\Delta_c' = D[1+\alpha_{cyl}\,(T_{cyl} - T_0)] - D_c\,[1+\alpha_p\,(T_c - T_0)] \tag{4.20}$$

[Δ_c'] = Piston başı çapındaki değişme miktarı (mm)

[T_{cyl}] = Silindir cidar sıcaklığı (K)

[T_c] = Piston başı sıcakılığı (K)

$$\Delta_s' = D[1+\alpha_{cyl}\,(T_{cyl} - T_0)] - D_s\,[1+\alpha_p\,(T_s - T_0)] \tag{4.21}$$

[Δ_s'] = Piston eteği çapındaki değişme miktarı (mm)

[T_s] = Piston etek sıcaklığı (K)

4.1.2. Segmanların Dizayn Yöntemi

Segman malzemesi dökme demir olup malzemenin elastisite modülü E = 1×10^5 MPa ve $\alpha_r = 11 \times 10^{-6}$ 1/K dır.

[E] = Segman malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[α_r] = Segman malzemesinin lineer genişleme katsayısı (1/K)

Segmanın silindir cidarına uyguladığı ortalama basınç

$$P_{av} = 0.152E\frac{A_0/t_{sk}}{(D/t_{sk}-1)^3(D/t_{sk})} \tag{4.22}$$

[P_{av}] = Segmanın silindir cidarına uyguladığı ortalama basınç (MPa)

$$A_0 = 3\,t_{sk} \tag{4.23}$$

Çalışma esnasında segmandaki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{e1} = 2.61\,P_{av}\,(D/t_{sk} - 1)^2 \tag{4.24}$$

[σ_{e1}] = Çalışma esnasıda segmandaki eğilme gerilmesi (MPa)

Segmanı pistona geçirme esnasındaki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{e2} = \frac{4E(1-0.114\,A_0/t_{sk})}{m(D/t_{sk}-1.4)(D/t_{sk})} \tag{4.25}$$

[σ_{e2}] = Segmanı pistona geçirme esnasındaki eğilme gerilmesi (MPa)

[m] = Segmanı pistona geçirme metoduna bağlı katsayı

Segman uçları arasındaki boşluk

$$\Delta_r = \Delta_r' + \pi D[\alpha_r(T_{se}-T_0) - \alpha_{cyl}\,(T_{cyl}-T_0)] \tag{4.26}$$

[Δ_r] = Segman uçları arasındaki boşluk (mm)

[T_{se}] = Çalışma esnasındaki segman sıcaklığı (K)

4.1.3. Perno Dizaynı Yöntemi

İç kuvvet

$$P_{j0} = -m_p\,\omega^2 R\,(1+\lambda_0) \tag{4.27}$$

[P_{j0}] = İç kuvvet (MN)

Dizayn kuvveti

$$P_d = P_{z\max} + k\,P_{j0} \tag{4.28}$$

[P_d] = Dizayn kuvveti (MN)

[k] = Perno kütlesine bağlı çarpım faktörü

Perno tarafından biyel küçük baş burcuna uygulanan basınç

$$q_{cr} = P_d / (d_p\,l_{cr}) \tag{4.29}$$

[q_{cr}] = Perno tarafından biyel küçük baş burcuna uygulanan basınç (MPa)

[d_p] = Perno dış çapı (mm)

[l_{cr}] = Pernonun biyel küçük başında yataklandığı kısmın uzunluğu (mm)

Perno tarafından boslara (piston üzerindeki yataklara) uygulanan basınç

$$q_b = P_d / [d_p (l_p - b)] \tag{4.30}$$

[q_b] = Perno tarafından boslara uygulanan basınç (MPa)

[l_p] = Pernonun boyu (mm)

[b] = Piston üzerindeki yatakların(bosların) yüzeyleri arasındaki mesafe (mm)

Perno orta bölgesindeki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{b0} = \frac{P_d(l_p + 2b - 1.5 l_{cr})}{1.2\left(1-\alpha^4\right)\ d_p^{\ 3}} \tag{4.31}$$

[σ_{b0}] = Perno orta bölgesindeki eğilme gerilmesi (MPa)

$$\alpha = d_{in} / d_p \tag{4.32}$$

[d_{in}] = Perno iç çapı (mm)

Boslar arasındaki düzlem ile biyel küçük başı arasındaki kesme gerilmesi

$$\tau_0 = \frac{0.85 P_d (1+\alpha+\alpha^2)}{\left(1-\alpha^4\right) d_p^2} \tag{4.33}$$

[τ_0] = Boslar arasındaki düzlem ile biyel küçük başı arasındaki kesme gerilmesi (MPa)

Perno çapındaki maksimum artış

$$\Delta_{p\max} = \frac{1.35 P_d}{E l_p}\left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha}\right)^3\left[0.1-(\alpha-0.4)^3\right] \tag{4.34}$$

[$\Delta_{p\max}$] = Perno çapındaki maksimum artış (mm)

Perno dış yüzeyindeki gerilme

Yatay düzlemde

$$\sigma_{\alpha 0^0} = \frac{15 P_d}{l_p d_p}\left[0.19\frac{(2+\alpha)(1+\alpha)}{(1-\alpha)^2} - \frac{1}{(1-\alpha)}\right]\left[0.1-(\alpha-0.4)^3\right] \tag{4.35}$$

[$\sigma_{\alpha 0^0}$] = Yatay düzlemde perno dış yüzeyindeki gerilme (MPa)

Düşey düzlemde

$$\sigma_{\alpha 90^0} = -\frac{15 P_d}{l_p d_p}\left[0.174\frac{(2+\alpha)(1+\alpha)}{(1-\alpha)^2} + \frac{0.636}{(1-\alpha)}\right]\left[0.1-(\alpha-0.4)^3\right] \tag{4.36}$$

[$\sigma_{\alpha 90^0}$] = Düşey düzlemde perno dış yüzeyindeki gerilme (MPa)

Perno iç yüzeyindeki gerilme

Yatay düzlemde

$$\sigma_{\varphi 0^0} = -\frac{15P_d}{l_p d_p}\left[0.19\frac{(1+2\alpha)(1+\alpha)}{(1-\alpha)^2\alpha}+\frac{1}{(1-\alpha)}\right]\left[0.1-(\alpha-0.4)^3\right] \tag{4.37}$$

[$\sigma_{\varphi 0^0}$] = Yatay düzlemde perno iç yüzeyindeki gerilme (MPa)

Düşey düzlemde

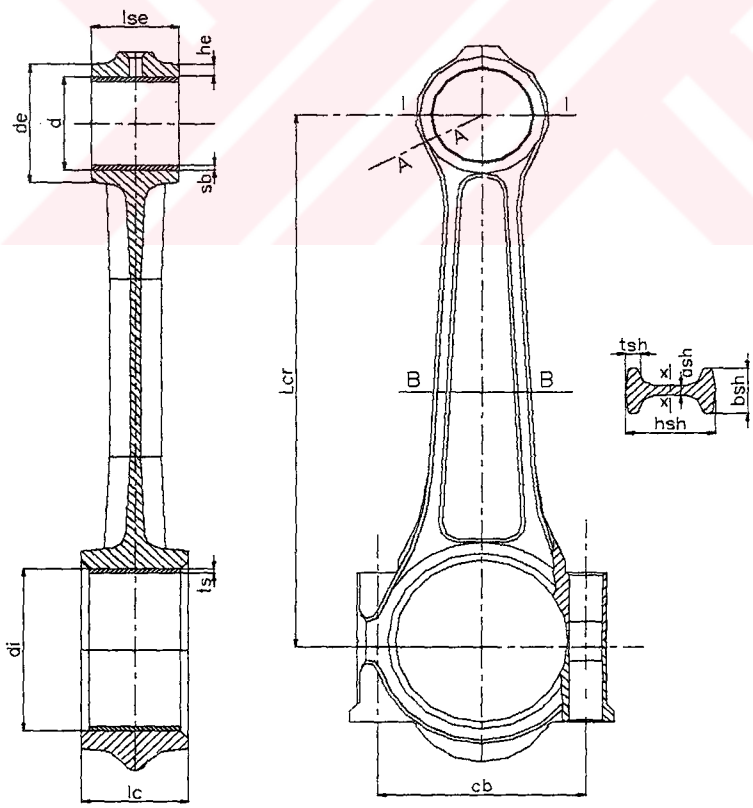
$$\sigma_{\varphi 90^0} = \frac{15P_d}{l_p d_p}\left[0.174\frac{(1+2\alpha)(1+\alpha)}{(1-\alpha)^2\alpha}-\frac{0.636}{(1-\alpha)}\right]\left[0.1-(\alpha-0.4)^3\right] \tag{4.38}$$

[$\sigma_{\varphi 90^0}$] = Düşey düzlemde perno iç yüzeyindeki gerilme (MPa)

4.2. Biyel Grubunun Dizayn Yöntemi

Biyel grubu, Biyel büyük ve küçük başları, biyelin orta bölgesi ve biyel civatalarından oluşmaktadır. Çalışma esnasına biyel değişken gaz ve atalet kuvvetlerine maruz kaldığından tüm motor elemanları (piston, biyel, krank) içerisinde en çok zorlanamıdır. Bu sebeple biyel malzemesi çelik olup, dövme yoluyla imal edilir.

4.2.1. Biyel Küçük Başının Dizayn Yöntemi



Şekil 4.2.

[l_{se}] = Biyel küçük başının genişliği (mm)

[d_e] = Biyel küçük başının dış çapı (mm)

[d] = Biyel küçük başının iç çapı (mm)

[h_e] = Biyel küçük başının radyal yöndeki cidar kalınlığı (mm)

[s_b] = Biyel küçük baş burcunun cidar kalınlığı (mm)

Biyel malzemesi çelik olup E_{cr} = 2.2x10^5 MPa ; α_e = 1x10^{-5} 1/K dır. Burç malzemesi ise bronz olup E_b = 1.15x10^5 MPa ; α_b = 1.8x10^{-5} 1/K dır.

[E_{cr}] = Biyel malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[E_b] = Burç malzemesinin elastisite modülü (MPa)

[α_e] = Biyel malzemesinin termal genleşme katsayısı (1/K)

[α_b]= Burç malzemesinin termal genleşme katsayısı (1/K)

Biyel malzemesi için sınır değerler şöyledir :

[σ_b] = Sınır gerilim (MPa)

[σ_{-1}] = Eğmedeki yorulma sınırı (MPa)

[σ_{-1p}] = Çekme-basmadaki yorulma sınırı (MPa)

[σ_{ak}] = Akma sınırı (MPa)

[α_σ] = Eğmedeki ve çekmedeki çarpım faktörü

Eğmede :

$$\beta_\sigma = \sigma_{-1} / \sigma_{ak} \tag{4.39}$$

Çekme - Basmada

$$\beta_\sigma = \sigma_{-1p} / \sigma_{ak} \tag{4.40}$$

I - I Kesitinin Dizaynı

Çevrimdeki maksimum gerilme

$$\sigma_{\max} = \frac{(m_p + m_{se})\omega_{id\,\max}^2 R(1+\lambda_0)10^{-6}}{2 h_e l_{se}} \tag{4.41}$$

$$m_{se} = 0.08\, m_{cr} \tag{4.42}$$

[m_{se}] = I - I kesitinin üst kısmının kütlesi (kg)

Ortalama gerilim

$$\sigma_{m0} = \sigma_{a0} = \sigma_{\max} / 2 \tag{4.43}$$

$$\sigma_{aco} = \sigma_{a0}\, k_\sigma / (\varepsilon_s\, \varepsilon_{ss}) \tag{4.44}$$

Burada :

k_σ, gerilim birikme faktörüdür. Hesapların yapıldığı bölgedeki ani ölçü değişiklikleri ve yüzeyin işleme hassasiyetine bağlıdır.

$$k_\sigma = 1.2 + 1.8 \times 10^{-4} (\sigma_b - 400) \tag{4.45}$$

[k_σ] = Gerilim birikme faktörü

ε_s, Hesabın yapıldığı bölgenin maksimum ölçüsüne bağlı bir ölçek faktörüdür. Burada biyel I - I kesitinin maksimum ölçüsü olan biyel küçük başının uzunluğuna (l_{cr}) bağlı olarak bulunur.

ε_{ss}, yüzeye uygulanan işleme bağlı olan yüzey hassasiyet faktörüdür. Biyel küçük başına, yüzey sertleştirme işlemine tabi tutulmadan sadece bara çekilmektedir.

[ε_s] = Ölçek faktörü , [ε_{ss}] = Yüzey hassasiyet faktörü

$\sigma_{aco} / \sigma_{m0} > (\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ ise :

I -I kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınıra bağlı olarak hesaplanır.

$$n_\sigma = \sigma_{-1p} / (\sigma_{aco} + \alpha_\sigma \, \sigma_{m0}) \tag{4.46}$$

[n_σ] = Güvenlik faktörü

Çakılan burç tarafından yaratılan gerilim :

Biyel ve burç malzemelerinde meydana gelen toplam genleşme

$$\Delta_\Sigma = \Delta + \Delta_t \tag{4.47}$$

[Δ_Σ] = Biyel ve burç malzemelerinde meydana gelen toplam genleşme (mm)

$$\Delta_t = d \; / (\alpha_b - \alpha_e) \Delta T_ç \tag{4.48}$$

[Δ] = Bronz burcun genleşme miktarı (mm)

[Δ_t] = Sıcaklığın sebep olduğu genleşme (mm)

[$\Delta T_ç$] = Çalışma esnasında biyel küçük başının ve burcun ulaştığı sıcaklık (^{0}C)

Burç ile biyel küçük başı arasındaki temas yüzeyinde meydana gelen basınç

$$p = \frac{\Delta_\Sigma}{d\left[\dfrac{\left(d_e^2 + d^2\right) / \left(d_e^2 - d^2\right) + \mu_0}{E_{cr}} + \dfrac{\left(d^2 + d_p^2\right) / \left(d^2 - d_p^2\right) - \mu_p}{E_b}\right]} \tag{4.49}$$

[p] = Burç ile biyel küçük başı arasındaki temas yüzeyinde meydana gelen basınç (MPa)

[μ_p] = Poisson oranı

Biyel küçük baş dış yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim

$$\sigma_a' = p2d^2 / (d_e 2 - d^2) \tag{4.50}$$

[σ_a'] = Biyel küçük baş dış yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim (MPa)

Biyel küçük baş iç yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim

$$\sigma_i' = p(d_e 2 + d^2) / (d_e 2 - d^2) \quad (4.51)$$

[σ_i'] = Biyel küçük baş iç yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim (MPa)

A - A kesitindeki eğilmenin incelenmesi :

Biyel küçük başını geren kuvvet

$$P_{jp} = -m_p R \omega^2 (1 + \lambda_0) \quad (4.52)$$

[P_{jp}] = Biyel küçük başını geren kuvvet (N)

Biyel düşey eksenindeki normal kuvvet ve eğme momenti

$$N_{j0} = -P_{jp}(0.572 - 0.0008\,\varphi_{em}) \quad (4.53)$$

[N_{j0}] = Düşey eksendeki normal kuvvet (N)

[φ_{em}] = Hesabın yapıldığı kesit ile biyel düşey ekseni arasındaki açı

$$M_{j0} = -P_{jp}\, r_m (0.00033\,\varphi_{em} - 0.0297) \quad (4.54)$$

[M_{j0}] = Eğme momenti (Nm)

$$r_m = (d_e + d) / 4 \quad (4.55)$$

Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet ve eğme momenti

$$N_{j\varphi_{em}} = N_{j0} \cos\varphi_{em} - 0.5\, P_{jp} (\sin\varphi_{em} - \cos\varphi_{em}) \quad (4.56)$$

[$N_{j\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet (N)

$$M_{j\varphi_{em}} = M_{j0} + N_{j0}\, r_m (1 - \cos\varphi_{em}) + 0.5\, P_{jp}\, r_m (\sin\varphi_{em} - \cos\varphi_{em}) \quad (4.57)$$

[$M_{j\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu eğme momenti (Nm)

Biyel küçük başını geren kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim

$$\sigma_{aj} = \left[2 M_{j\varphi_{em}} \frac{6 r_m + h_e}{h_e (2 r_m + h_e)} + K N_{j\varphi_{em}} \right] \frac{10^{-6}}{l_{se} h_e} \quad (4.58)$$

[σ_{aj}] = Biyel küçük başını geren kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim (MPa)

$$K = E_{cr} F_e / (E_{cr} F_e + E_b F_b) \quad (4.59)$$

$$F_e = (d_e - d)\, l_{se} \quad (4.60)$$

$$F_b = (d_e - d_p)\, l_{se} \quad (4.61)$$

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvet

$$P_{com} = (P_z - P_0) F_p - m_p R \omega^2 (\cos\varphi + \lambda_0 \cos 2\varphi) \quad (4.62)$$

[P_{com}] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvet (N)

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet ve eğme momenti

$$N_{com\varphi_{em}} = P_{com}\left[\frac{N_{com0}}{P_{com}} + \left(\frac{\mathrm{Sin}\varphi_{em}}{2} - \frac{\varphi_{em}}{\pi}\mathrm{Sin}\varphi_{em} - \frac{1}{\pi}\mathrm{Cos}\varphi_{em}\right)\right] \quad (4.63)$$

[$N_{com\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet (N)

$$M_{com\varphi_{em}} = P_{com}\, r_m\left[\frac{M_{com0}}{P_{com r_m}} + \frac{N_{com0}}{P_{com}}\left(1 - Cos\varphi_{em}\right) - \left(\frac{\mathrm{Sin}\varphi_{em}}{2} - \frac{\varphi_{em}}{\pi}\mathrm{Sin}\varphi_{em} - \frac{1}{\pi}\mathrm{Cos}\varphi_{em}\right)\right] \quad (4.64)$$

[$M_{com\varphi_{em}}$] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu eğme momenti (Nm)

Burada,

$\frac{N_{com0}}{P_{com}}$ ve $\frac{M_{com0}}{P_{com r_m}}$, φ_{em} açısına bağlı olarak seçilir.

$$f(\varphi_{em}) = \left(\frac{\mathrm{Sin}\varphi_{em}}{2} - \frac{\varphi_{em}}{\pi}\mathrm{Sin}\varphi_{em} - \frac{1}{\pi}\mathrm{Cos}\varphi_{em}\right) \text{ ve} \quad (4.65)$$

$f(\varphi_{em}) = 1 - \mathrm{Cos}\,\varphi_{em}$ de , φ_{em} açısına bağlı olarak seçilir. (4.66)

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim

$$\sigma_{acom} = \left[2M_{com\varphi_{em}}\frac{6r_m + h_e}{h_e(2r_m + h_e)} + K N_{com\varphi_{em}}\right]\frac{10^{-6}}{l_{se}h_e} \quad (4.67)$$

[σ_{acom}] = Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim (MPa)

Oluşan maksimum ve minimum gerilmeler

$$\sigma_{max} = \sigma_a' + \sigma_{aj} \quad (4.68)$$

$$\sigma_{min} = \sigma_a' + \sigma_{acom} \quad (4.69)$$

Ortalama gerilim

$$\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min})/2 \quad (4.70)$$

$$\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2 \quad (4.71)$$

$$\sigma_{ac} = \sigma_a\, k_\sigma / (\varepsilon_s\, \varepsilon_{ss}) \quad (4.72)$$

$\sigma_{ac}/\sigma_m \;\rangle\; (\beta_\sigma - \alpha_\sigma)/(1 - \beta_\sigma)$ ise :

A - A kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$$n_\sigma = \sigma_{-1} / (\sigma_{ac} + \alpha_\sigma\, \sigma_m) \quad (4.73)$$

4.2.2. Biyel Büyük Başının Dizayn Yöntemi

[d_{cp}] = Biyel muylu çapı (mm)

[t_s] = Ana yatak et kalınlığı (mm)

[c_b] = Bağlama civataları arasındaki mesafe (mm)

[l_c] = Biyel büyük başının genişliği (mm)

Maksimum iç kuvvet

$$P_{jr} = -\omega_{id\max}^2 R[(m_p + m_{crp})(1+\lambda_0) + (m_{crc} - m_{c0})]10^{-6} \quad (4.74)$$

[P_{jr}] = Maksimum iç kuvvet (MN)

$$m_{c0} = 0.25\, m_{cr} \quad (4.75)$$

Dizayn kesitindeki moment

$$W_b = l_c (0.5\, c_b - r_i)^2 / 6 \quad (4.76)$$

[W_b] = Dizayn kesitindeki moment (m^3)

$$r_i = 0.5(d_{cp} + 2\, t_s) \quad (4.77)$$

[r_i] = Biyel büyük başının iç yarıçapı (mm)

Dizayn kesitindeki atalet momentleri

$$J_s = l_c\, t_s^3 \quad (4.78)$$

$$J = l_c (0.5\, c_b - r_i)^3 x10^{-12} \quad (4.79)$$

[J_s, J] = Dizayn kesitindeki atalet momentleri (m^4)

Ana yataktaki eğilme gerilimi

$$\sigma_{ba} = P_{jr}\left[\frac{0.023 c_b}{(1+J_s/J)W_b} + \frac{0.4}{F_t}\right] \quad (4.80)$$

[σ_{ba}] = Ana yataktaki eğilme gerilimi (MPa)

$$F_t = l_c\, 0.5(c_b - d_{cp}) \quad (4.81)$$

[F_t] = Dizayn kesitinin toplam alanı m^2

4.2.3. Biyel Gövde Orta Kısmının Dizayn Yöntemi

Motor dinamiği analizinden elde edilen sonuçlara göre : Krank mekanizmasına etki eden toplam gaz kuvveti , gaz kuvetleri ile gidip gelen elemanların atalet kuvvetleri toplamına eşittir.

Buna göre : $\varphi = 375\ ^0$KMA' da $P_{comt} = P_g + P_j$ (4.82)

[φ] = Krank mili açısı

$\varphi = 0\ ^0$KMA' da $P_t = P_g + P_j$ (4.83)

[P_{comt}] = $\varphi = 375\ ^0$KMA' da toplam gaz kuvveti (MN)

[P_t] = $\varphi = 0\ ^0$KMA' da toplam gaz kuvveti (MN)

Hesapların yapılacağı gövde kesitinde kullanılacak ölçüler ise şöyledir :

[$h_{sh\min}$] = Biyel gövde kesitinin minimum genişliği (mm)

[h_{sh}] = Biyel gövde kesitinin genişliği (mm)

[b_{sh}] = Biyel gövde kesitinin kalınlığı (mm)

[a_{sh}] = Biyel gövde kesitinin orta bölgesinin kalınlığı (mm)

[t_{sh}] = Biyel gövde kesitinin et kalınlığı (mm)

[d_i] = Biyel büyük başının iç çapı (mm)

B - B kesitinin alanı ve atalet momentleri

$$F_{mid} = h_{sh}\, b_{sh} - (b_{sh} - a_{sh})(h_{sh} - 2\, t_{sh}) \tag{4.84}$$

[F_{mid}] = B - B kesitinin alanı (m^2)

$$J_x = [\, b_{sh}\, h_{sh}^{\,3} - (b_{sh} - a_{sh})(h_{sh} - 2\, t_{sh})^3] \,/\, 12 \tag{4.85}$$

$$J_y = [\, h_{sh}\, b_{sh}^{\,3} - (h_{sh} - 2\, t_{sh})(b_{sh} - a_{sh})^3] \,/\, 12 \tag{4.86}$$

[J_x , J_y] = B - B kesitinin atalet momentleri (m^4)

Sıkıştırma kuvveti ile oluşan maksimum gerilimler

$$\sigma_{\max - x} = K_x\, P_{comt} \,/\, F_{mid} \tag{4.87}$$

[$\sigma_{\max - x}$] = Düşey düzlemdeki maksimum gerilim (MPa)

$$K_x = 1 + \frac{\sigma_e}{\pi^2 E_{cr}} \cdot \frac{L_{cr}^2}{J_x} F_{mid} \tag{4.88}$$

$$\sigma_{\max - y} = K_y\, P_{comt} \,/\, F_{mid} \tag{4.89}$$

[$\sigma_{\max - y}$] = Yatay düzlemdeki maksimum gerilim (MPa)

$$K_y = 1 + \frac{\sigma_e}{\pi^2 E_{cr}} \cdot \frac{L_1^2}{4 J_y} F_{mid} \tag{4.90}$$

$$L_1 = L_{cr} - (d + d_i) \,/\, 2 \tag{4.91}$$

Germe kuvveti ile oluşan minimum gerilim

$$\sigma_{\min} = P_t \,/\, F_{mid} \tag{4.92}$$

[$\sigma_{\min}$] = Germe kuvveti ile oluşan minimum gerilim (MPa)

Ortalama gerilimler

$$\sigma_{mx} = (\sigma_{\max - x} + \sigma_{\min}) \,/\, 2 \tag{4.93}$$

$$\sigma_{my} = (\sigma_{\max - y} + \sigma_{\min}) \,/\, 2 \tag{4.94}$$

$$\sigma_{ax} = (\sigma_{\max - x} - \sigma_{\min}) \,/\, 2 \tag{4.95}$$

$$\sigma_{ay} = (\sigma_{\max - y} - \sigma_{\min}) \,/\, 2 \tag{4.96}$$

$$\sigma_{acx} = \sigma_{ax}\, k_\sigma \,/\, (\varepsilon_s\, \varepsilon_{ss}) \tag{4.97}$$

$$\sigma_{acy} = \sigma_{ay}\, k_\sigma \,/\, (\varepsilon_s\, \varepsilon_{ss}) \tag{4.98}$$

$$k_\sigma = 1.2 + 1.8 \times 10^{-4}\, (\sigma_b - 400) \tag{4.99}$$

ε_s, Hesabın yapıldığı bölgenin maksimum ölçüsüne bağlı bir ölçek faktörüdür. Burada B - B kesitinin maksimum ölçüsü biyel gövde kesitinin genişliğidir. (h_{sh})

ε_{ss}, yüzeye uygulanan işleme bağlı olan yüzey hassasiyet faktörüdür.

$\sigma_{acx}/\sigma_{mx} > (\beta_\sigma - \alpha_\sigma)/(1 - \beta_\sigma)$ ve $\sigma_{acy}/\sigma_{my} > (\beta_\sigma - \alpha_\sigma)/(1 - \beta_\sigma)$ ise :

B - B kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınırına göre hesaplanır :

$$n_{\sigma x} = \sigma_{-1p} / (\sigma_{acx} + \alpha_\sigma \sigma_{mx}) \quad (4.100)$$

$$n_{\sigma y} = \sigma_{-1p} / (\sigma_{acy} + \alpha_\sigma \sigma_{my}) \quad (4.101)$$

4.2.4. Biyel Civatalarının Dizayn Yöntemi

Biyel civatalarının dizayn hesaplarında kullanılacak ölçüler ise şöyledir :

[d_n] = Civata nominal çapı (mm)

[t] = Civata dişlerinin hatvesi (mm)

[i_b] = Civata sayısı

Sıkma kuvveti

$$P_{tl} = (2 - 3) P_{jr} / i_b \quad (4.102)$$

[P_{tl}] = Sıkma kuvveti (MN)

Civatayı geren toplam kuvvet

$$P_b = P_{tl} + X P_{jr} / i_b \quad (4.103)$$

[P_b] = Civatayı geren toplam kuvvet (MN)

Civatada oluşan maksimum ve minimum gerilmeler

$$\sigma_{max} = 4 P_b / (\pi d_b^2) \quad (4.104)$$

$$d_b = d_n - 1.4\,t \quad (4.105)$$

$$\sigma_{min} = 4 P_{tl} / (\pi d_b^2) \quad (4.106)$$

Ortalama gerilimler

$$\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min}) / 2 \quad (4.107)$$

$$\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min}) / 2 \quad (4.108)$$

$$\sigma_{ac} = \sigma_a k_\sigma / (\varepsilon_s \varepsilon_{ss}) \quad (4.109)$$

$$k_\sigma = 1.2 + q (\alpha_{c\sigma} - 1) \quad (4.110)$$

$\alpha_{c\sigma}$ ve q =1 σ_b değerine göre seçilir.

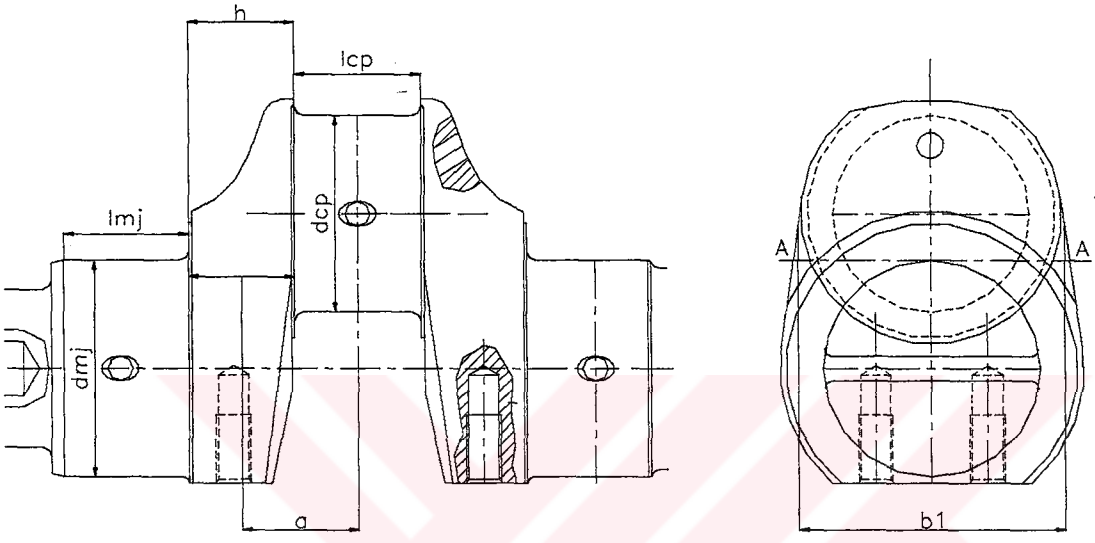
$\sigma_{ac}/\sigma_m > (\beta_\sigma - \alpha_\sigma)/(1 - \beta_\sigma)$ ise :

Biyel civatalarının güvenlik faktörü yorulma sınırına göre hesaplanır :

$$n_\sigma = \sigma_{-1p} / (\sigma_{ac} + \alpha_\sigma \sigma_m) \quad (4.111)$$

4.3. Krank Milinin Dizayn Yöntemi

Krank mili, değişken gaz ve atalet kuvvetleri etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetler ve yarattıkları momentler krank miline etkimektedirler. Periyodik olarak değişen momentler titreşime de sebep olarak daha fazla gerilim yaratmaktadırlar. Bu yüzden krank mili malzemesi yüksek mukavemet, aşınmaya karşı direnç ve sertlik özelliklerini taşımalıdır. Değişken kuvvet ve moment etkisi altında çalışan krank mili yukarıdaki özellikleri sağlaması bakımından dövme yoluyla imal edilmektedir.



Şekil 4.3.

[d_{mj}] = Krank ana yatak çapı (mm)

[l_{mj}] = Krank ana yatak uzunluğu (mm)

[d_{cp}] = Biyel muylu çapı (mm)

[l_{cp}] = Biyel muylu uzunluğu (mm)

[b_1] = Krank kolu kesit genişliği (mm)

[h] = Krank kolu kesit kalınlığı (mm)

Krank mili çelik olup malzeme sınır değerleri şöyledir :

[σ_b] = Sınır gerilim (MPa)

[σ_{-1}] = Eğmedeki yorulma sınırı (MPa)

[τ_{-1}] = Burulma için yorulma sınırı (MPa)

[σ_{-1p}] = Çekme-basmadaki yorulma sınırı (MPa)

[σ_{ak}] = Akma sınırı (MPa)

[τ_{ak}] = Burulma için akma sınırı (MPa)

[α_{σ}] = Eğmedeki çarpım faktörü

[α_{τ}] = Burulmadaki çarpım faktörü

Eğmede :

$$\beta_{\sigma} = \sigma_{-1} / \sigma_{ak} \tag{4.112}$$

Burulmada :

$$\beta_{\tau} = \tau_{-1} / \tau_{ak} \tag{4.113}$$

Biyel muylusuna gelen basınç

$$k_{cpm} = R_{cpm} / (d_{cp}\ l_{cp}') \tag{4.114}$$

[k_{cpm}] = Biyel muylusuna gelen ortalama basınç (MPa)

[R_{cpm}] = Biyel muylusuna gelen ortalama kuvvet (N)

$$l_{cp}' = l_{cp} - 2\, r_{fil} \tag{4.115}$$

[l_{cp}'] = Biyel muylusunun temas yüzeyi uzunluğu (mm)

[r_{fil}] = Radyüs (mm)

$$k_{cp\max} = R_{cp\max} / (d_{cp}\ l_{cp}') \tag{4.116}$$

[$k_{cp\max}$] = Biyel muylusuna gelen maksimum basınç (MPa)

[$R_{cp\max}$] = Biyel muylusuna gelen maksimum kuvvet (N)

Ana yatağa gelen basınç

$$k_{mjm} = R_{mjm} / (d_{mj}\ l_{mj}') \tag{4.117}$$

[k_{mjm}] = Ana yatağa gelen ortalama basınç (MPa)

[R_{mjm}] = Ana yatağa gelen ortalama kuvvet (N)

$$l_{mj}' = l_{mj} - 2\, r_{fil} \tag{4.118}$$

[l_{mj}'] = Ana yatağın temas yüzeyi uzunluğu (mm)

$$k_{mj\max} = R_{mj\max} / (d_{mj}\ l_{mj}') \tag{4.119}$$

[$k_{mj\max}$] = Ana yatağa gelen maksimum basınç (MPa)

[$R_{mj\max}$] = Ana yatağa gelen maksimum kuvvet (N)

4.3.1. Ana Yatağın Dizayn Yöntemi

Ana yatağı burulmasına sebep olan moment

$$W_{\pi mj} = \pi\, d_{mj}^{\,3} / 16 \qquad (4.120)$$

[$W_{\pi mj}$] = Ana yatağın burulmasına sebep olan moment (m^3)

Ana yatakta oluşan maksimum ve minimum gerilimler

$$\tau_{\max} = M_{mj\max} / W_{\pi mj} \qquad (4.121)$$

[$M_{mj\max}$] = Ana yataktaki maksimum moment (Nm)

$$\tau_{\min} = M_{mj\min} / W_{\pi mj} \qquad (4.122)$$

[$M_{mj\min}$] = Ana yataktaki minimum moment (Nm)

Ortalama gerilimler

$$\tau_m = (\tau_{\max} + \tau_{\min}) / 2 \qquad (4.123)$$

$$\tau_a = (\tau_{\max} - \tau_{\min}) / 2 \qquad (4.124)$$

$$\tau_{ac} = \tau_a\, k_\tau / (\varepsilon_{s\tau}\, \varepsilon_{ss\tau}) \qquad (4.125)$$

$k_\tau = 0.6\,[1 + q\,(\alpha_{c\sigma} - 1)]$; $\alpha_{c\sigma}$ ve q , σ_b değerine göre seçilmiştir. (4.126)

$\tau_{ac} / \tau_m \rangle (\beta_\tau - \alpha_\tau) / (1 - \beta_\tau)$ ise :

Ana yataktaki güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$$n_\tau = \tau_{-1} / (\tau_{ac} + \alpha_\tau\, \tau_m) \qquad (4.127)$$

4.3.2. Krank Piminin Dizayn Yöntemi

Krank piminin burulmasına sebep olan moment

$$W_{\pi cp} = \pi\, d_{cp}^{\,3} / 16 \qquad (4.128)$$

[$W_{\pi cp}$] = Krank piminin burulmasına sebep olan moment (m^3)

Krank piminde oluşan maksimum ve minimum teğetsel gerilimler

$$\tau_{\max} = M_{cp\max} / W_{\pi cp} \qquad (4.129)$$

[$M_{cp\max}$] = Krank pimindeki maksimum moment (Nm)

$$\tau_{\min} = M_{cp\min} / W_{\pi cp} \qquad (4.130)$$

[$M_{cp\min}$] = Krank pimindeki minimum moment (Nm)

Ortalama gerilimler

$$\tau_m = (\tau_{\max} + \tau_{\min}) / 2 \qquad (4.131)$$

$$\tau_a = (\tau_{\max} - \tau_{\min}) / 2 \qquad (4.132)$$

$$\tau_{ac} = \tau_a\, k_\tau / (\varepsilon_{s\tau}\, \varepsilon_{ss\tau}) \qquad (4.133)$$

$\tau_{ac} / \tau_m \rangle (\beta_\tau - \alpha_\tau) / (1 - \beta_\tau)$ ise :

Krank pimindeki teğetsel gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$$n_\tau = \tau_{-1} / (\tau_{ac} + \alpha_\tau \tau_m) \quad (4.134)$$

$$M_T = T' \; l / 2 = T' \, 0.5 \, (l_{cp} + l_{mj} + 2h) \quad (4.135)$$

$$M_Z = Z_\Sigma' \; l / 2 + P_{cw} a \quad (4.136)$$

$$a = 0.5 \, (l_{cp} + h) \quad (4.137)$$

Krank piminde oluşan maksimum ve minimum normal gerilimler

$$\sigma_{max} = M_{\varphi 0 max} / W_{\sigma cp} \quad (4.138)$$

$$W_{\sigma cp} = 0.5 \, W_{\tau cp} \quad (4.139)$$

$$\sigma_{min} = M_{\varphi 0 min} / W_{\sigma cp} \quad (4.140)$$

Ortalama gerilimler

$$\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min}) / 2 \quad (4.141)$$

$$\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min}) / 2 \quad (4.142)$$

$$\sigma_{ac} = \sigma_a \, k_\sigma / (\varepsilon_{s\sigma} \, \varepsilon_{ss\sigma})$$

$k_\sigma = 1 + q \, (\alpha_{c\sigma} - 1)$; $\alpha_{c\sigma}$ ve q , σ_b değerine göre seçilmiştir. (4.143)

Krank pimindeki normal gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$$n_\sigma = \sigma_{-1} / (\sigma_{ac} + \alpha_\sigma \, \sigma_m) \quad (4.144)$$

Krank piminin toplam güvenlik faktörü

$$n_{cp} = n_\sigma \, n_\tau / \sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2} \quad (4.145)$$

4.3.3. Krank Kollarının Dizayn Yöntemi

Krank kollarını burulmaya zorlayan maksimum ve minimum momentler

$$M_{tw\,max} = T_{max}' \, 0.5 \, (l_{mj} + h) \quad (4.146)$$

[$M_{tw\,max}$] = Krank kollarını burulmaya zorlayan maksimum moment (Nm)

$$M_{tw\,min} = T_{min}' \, 0.5 \, (l_{mj} + h) \quad (4.147)$$

[$M_{tw\,min}$] = Krank kollarını burulmaya zorlayan minimum moment (Nm)

Burada T_{max}' ve T_{min}' , T teğetsel kuvvetinin her krank mili açısındaki değerine bağlı olarak bilgisayarla bulunan değerlerdir.

Krank kollarında oluşan maksimum ve minimum teğetsel gerilimler

$$\tau_{max} = M_{tw\,max} / W_{\tau w} \quad (4.148)$$

$W_{\tau w} = \mu_k \; b_1 h^2$ (4.149)

$[W_{\tau w}]$ = Krank kolu kesitindeki moment (m^3)

$\tau_{min} = M_{tw\,min} / W_{\tau w}$ (4.150)

Ortalama gerilimler

$\tau_m = (\tau_{max} + \tau_{min}) / 2$ (4.151)

$\tau_a = (\tau_{max} - \tau_{min}) / 2$ (4.152)

$\tau_{ac} = \tau_a \; k_\tau / (\varepsilon_{s\tau} \; \varepsilon_{ss\tau})$ (4.153)

$k_\tau = 0.6\,[1 + q\,(\alpha_{c\sigma} - 1)]$; $\alpha_{c\sigma}$ ve q , σ_b değerine göre seçilmiştir. (4.154)

Krank kollarındaki teğetsel gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır .

$n_\tau = \tau_{-1} / (\tau_{ac} + \alpha_\tau \; \tau_m)$ (4.155)

Krank kollarında oluşan maksimum ve minimum normal gerilimler

$\sigma_{\Sigma\,max} = M_{bw\,max} / W_{aw} + P_{w\,max} / F_w$ (4.156)

$[\sigma_{\Sigma\,max}]$ = Krank kollarında oluşan maksimum normal gerilim (MPa)

$M_{bw\,max} = 0.25\,[K_{max} + K_R + 2(-P_{cw}')]\; l_{mj}$ (4.157)

$P_{w\,max} = 0.5(K_{max} + K_R)$ (4.158)

$W_{aw} = b_1 h^2 / 6$ (4.159)

$F_w = b_1 h$ (4.160)

$\sigma_{\Sigma\,min} = M_{bw\,min} / W_{aw} + P_{w\,min} / F_w$ (4.161)

$[\sigma_{\Sigma\,min}]$ = Krank kollarında oluşan minimum normal gerilim (MPa)

$M_{bw\,min} = 0.25\,[K_{min} + K_R + 2(-P_{cw}')]\; l_{mj}$ (4.162)

$P_{w\,min} = 0.5(K_{min} + K_R)$ (4.163)

Ortalama gerilimler

$\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min}) / 2$ (4.164)

$\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min}) / 2$ (4.165)

$\sigma_{ac} = \sigma_a \; k_\sigma / (\varepsilon_{s\sigma} \; \varepsilon_{ss\sigma})$ (4.166)

$k_\sigma = 1 + q\,(\alpha_{c\sigma} - 1)$; $\alpha_{c\sigma}$ ve q , σ_b değerine göre seçilmiştir. (4.167)

$\sigma_{ac} / \sigma_m \; > \; (\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ ise :

Krank kollarındaki normal gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$n_\sigma = \sigma_{-1} / (\sigma_{ac} + \alpha_\sigma \; \sigma_m)$ (4.168)

Krank kollarının toplam güvenlik faktörü

$n_{cp} = n_\sigma \; n_\tau / \sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}$ (4.169)

5.0. HESAPLARIN UYGULANMASI VE ELEMANLARIN HESABI

Hesaplar, sıkıştırma oranı ε =17, hızı n=3000d/d , gücü N_e=19 HP (13.97 kW) , ana boyutları; strok [S] = 100mm. ve silindir çapı [D] = 108mm. olan tek silindirli su soğutmalı diesel motora göre yapılmıştır.

5.1. Tek Silindirli Diesel Motorun Isı Analizi Uygulaması

5.1.1. Isı Analizi Uygulaması

Yakıt ve kimyasal Reaksiyonlar

Elemanter yakıt, kütle yüzdeleri : (Dizel motorlar için)

[C] = Karbon [H] = Hidrojen [O] = Oksijen

C = 0.870, H = 0.126, O = 0.004 olarak alınır.

Yakıtın alt ısıl değeri

H_u = 33.91 x 0.87 + 125.60 x 0.126 -10.89 x 0.004 - 2.51 x 9 x 0.126

H_u = 42.4374 MJ/kg. = 42437.4 kJ/kg.

Teorik hava ihtiyacı

L_0 = 1 / 0208 x (0.87/12+0.126/4 - 0.004/32) = 0.499399 kmol hava / kg yakıt

l_0 = 1 / 0.23 x (8/3 x 0.87 + 8 x 0.126 - 0.004) = 14.45217 kg hava / kg yakıt

Hava fazlalık katsayısı

[λ] = Hava fazlalık katsayısı

Modern aşırıdoldurmasız dizel motorlarında hava fazlalık katsayısı λ =1.4 ila 1.5 arasındadır. Bu sebeple λ =1.4 kabul edilmiştir.

Taze dolgu miktarı

M_1 = 1.4 x 0.499399 = 0.6991587 kmol taze dolgu / kg yakıt

Yanabilir karışım miktarları

M_{CO2} = C / 12 = 0.87 / 12 = 0.0725 kmol CO_2/ kg yakıt

M_{H2O} = H / 2 = 0.126 / 2 = 0.0630 kmol H_2O/ kg yakıt

M_{O2} = 0.208(λ -1) L_0 = 0.208 x (1.4 - 1) x 0.499399 = 0.0416 kmol O_2/ kg yakıt

M_{N2} = 0.792 λ L_0 = 0.792 x 1.4 x 0.499399 = 0.5537 kmol N_2/ kg yakıt

M_2 = 0.0725 + 0.0630 + 0.0416 + 0.5537 = 0.7308 kmol yanma ürünü / kg yakıt

Atmosferik basınç ve sıcaklık, ve artık gazlar

Atmosferik basınç ve sıcaklık P_0 = 0.1 MPa ; T_0 = 293 K

Artık gaz sıcaklığı T_r = 750 K, basıncı ise P_r = 1.05 x P_0 = 1.05 x 0.1= 0.105 MPa kabul edilmiştir.

5.1.1.1. Emme Prosesi Hesabının Uygulaması

Aşırı doldurmasız dizel motorlarında taze dolgu doğal yolla ön ısınmaya tabi olmaktadır. Bunun sonucu sıcaklığı 15-20^{0}C artmaktadır.

ΔT = 20^{0}C kabul edilir.

ρ_0 = 0.1x10^6 / (287 x 293) = 1.189 kg/m^3

Emmedeki basınç kayıpları

Δp_a = 2.7x70^2 x 1.189x10^{-6} / 2 = 0.008 MPa

$\left(\beta^2 + \xi_{in}\right)$ = 2.7 ve ω_{in} = 70 m/s motor hızıyla ilgili olarak ve emme manifoldu direncinin az olduğu kabul edilerek alınmıştır.

Emme sonu basıncı

P_1 = 0.1 - 0.008 = ***0.092 MPa***

Artık gaz katsayısı

$$\gamma_r = \frac{293+20}{750} \times \frac{0.105}{17 \times 0.092 - 0.105} = 0.030$$

Emme sonu sıcaklığı

T_1 = (293 + 20 + 0.03 x 750) / (1 + 0.03) = ***325.7 K***

Volümetrik verim

η_v = 293 x (17 x 0.092 - 0.105) / [(293 + 20) x (17 - 1) x 0.1] = 0.8549

5.1.1.2. Sıkıştırma Prosesi Hesabının Uygulaması

ε = 17, Ta = 325.7 K olduğuna göre dizel motorlarda politropik üs n_1 adyabatik üs k_1'e eşit alınabilir.

Bu durumda $n_1 = k_1$ = 1.370

Sıkıştırma sonu basınç ve sıcaklığı

P_2 = 0.092 x 17$^{1.37}$ = ***4.4682 MPa***

T_2 = 325.7 x 17$^{1.37-1}$ = ***929.21 K***

Sıkıştırma sonundaki özgül ısılar

A) Taze dolgu (hava) $(mc_v)_{t0}^{t2}$ = 20.6 + 2.638x10^{-3} x 656.21 = 22.3311 kJ/kmol

$t_2 = T_2$ - 273 = 929.21 - 273 = 656.21^{0}C

B) Artık gazlar $(mc_v2)_{t0}^{t2}$ = 24.1647 kJ/kmol

C) İş gazı $(mc_v3)_{t0}^{t2}$ = [1 / (1 + 0.03)] x [22.3311 + 0.03 x 24.1647] = 22.3845 kJ/kmol

5.1.1.3. Yanma Prosesi Hesabının Uygulaması

Yanabilir dolgunun moleküler değişim katsayısı :

μ_0 = 0.7308 / 0.6991587 = 1.045

İş gazının moleküler değişim katsayısı :

μ = (1.045 + 0.03) / (1 + 0.03) = 1.044

İş gazının yanmasından meydana gelen ısı :

H_{wm} = 42437.4 / [0.6991587 x (1 + 0.03)] = 58930.6 kJ/kmol iş gazı

Yanma ürünlerinin özgül ısıları :

$(mc_p)_{t0}^{t_z} = 31.128 + 0.001819\, t_z$

Yanma sonundaki sıcaklık :

Yakıt enjeksiyonun iyi gerçekleştirildiği modern dizel motorlarda yanma sonucu açığa çıkan ısıdan faydalanma katsayısı ξ_z = 0.82 alınabilir.

Dizel motordaki basınç artımı çevrim başına silindirlere sokulan yakıt miktarına bağlıdır. Motor elemanları üzerindaki mekanik zorlanmaları azaltmak için maksimum yanma basıncının 11-12 MPa olması gerekmektedir. Buna göre aşırı doldurmasız dizel motor için patlama oranı ρ=2 almak uygun olacaktır.

Bu durumda yanma sonundaki basınç şöyle hesaplanır :

$\xi_z\, H_{wm} + [(mc_v3)_{t0}^{t2} + 8.315\,\rho]\, t_2 + 2270(\rho - \mu) = \mu\, (mc_p)_{t0}^{t_z}\, t_z$

= 0.82 x 58930.6 + [22.3845 + 8.315 x 2] x 656.21 + 2270 x (2 - 1.044) = 1.044 x (31.128 + 0.001819 t_z) t_z

= 0.001899 t_z^2 + 32.4954 t_z - 76095.16

t_z = 2087.179°C $\Rightarrow T_z = t_z$ + 273 = 2087.179 + 273 = ***2360.179 K***

Yanma sonundaki maksimum basınç :

P_z = 2 x 4.4682 = ***8.9364 MPa***

Ön genişleme oranı :

ε_g = 1.044 x 2360.179 / (2 x 929.21) = 1.3258

5.1.1.4. Genişleme Prosesi Hesabının Uygulaması

Genişleme oranı :

δ = 17 / 1.3258 = 12.822

Aşırı doldurmasız dizel motorda δ = 12.822, T_z = 2360.179 K ve λ =1.4 olduğuna göre genişlemedeki adyabatik ve politroik üsler şöyle seçilmiştir : k_2 =1.2902 n_2 = 1.2818

Genişleme süreci sonundaki basınç ve sıcaklık :

$P_3 = 8.9364 / 12.822^{1.2818} =$ ***0.3482 Mpa***

$T_3 = 2360.179 / 12.822^{1.2818-1} =$ ***1179.2 K***

Daha önceden alınan artık gaz sıcaklığının kontrol edilmesi :

$T_r = 1179.2 / \sqrt[3]{0.3482/0.105} =$ ***790.7 K***

$\Delta = 100 \times (790.7-750) / 790.7 =$ ***%5.15***

5.2. Çevrimin Parametreleri Hesabının Uygulaması

Teorik indike basınç :

$$P_i' = \frac{4.4682}{17-1} \times \left[2 \times (1.3258-1) + \frac{2 \times 1.3258}{1.2818-1} \times \left(1 - \frac{1}{12.822^{1.2818-1}} \right) - \frac{1}{1.37-1} \times \left(1 - \frac{1}{17^{1.37-1}} \right) \right]$$

$P_i' = 1.0540$ MPa

Gerçek indike basınç :

$P_i = 0.95 \times 1.0540 =$ ***1.0013 Mpa***

İndikatör verimi :

$\eta_i = 1.0013 \times 14.45217 \times 1.4 / (42.4374 \times 1.189 \times 0.8549) =$ ***0.4696***

Özgül yakıt tüketimi :

$b_e = 3600 / (42.4374 \times 0.4696) =$ ***180.63 g / (kW h)***

$P_m = 0.089 + 0.0118 \times 10 =$ ***0.2094 Mpa***

Burada $V_{pm} = \dfrac{2 \times 100 \times 10^{-3} \times 3000}{60} = 10$ m/s dir.

Efektif basınç ve mekanik verim :

$P_e = 1.0013 - 0.2094 =$ ***0.7919 MPa*** ; $\eta_m = 0.7919 / 1.0013 =$ ***0.79***

Efektif verim ve özgül efektif yakıt tüketimi :

$\eta_e = 0.4696 \times 0.79 = 0.3714$; $b_{e0} = 3600 / (42.4374 \times 0.3714) =$ ***228.4 g / (kW h)***

6.0. MOTOR DİNAMİĞİNİN ANALİZİ UYGULAMASI

6.1. Hareket eden Elemanların Kütlelerinin Uygulaması :

Hareket eden elemanları, silindir ekseni boyunca hareket eden yani gidip gelen (piston ve biyelin küçük baş kısmı) ve dönen (krank ve biyelin büyük baş kısmı) parçalar olmak üzere iki grupta toplayabiliriz. Motor elemanlarının hesabında kullanılacak olan kütleler ve değerleri aşağıda verilmiştir.

$m_p = 1.775$ kg

$m_{cr} = 1.970$ kg

$L_{crc} = 69$ mm

$L_{cr} = 219$ mm

$m_{crp} = (69 / 219) \times 1.970 = 0.620$ kg

$L_{crp} = 150$ mm

$m_{crc} = (150 / 219) \times 1.970 = 1.349$ kg

$m_c' = m_c / F_p$

$$F_p = \frac{3.14 \times 0.108^2}{4} = 9.16 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

m_c' nin hesabı için $m_c' = m_c / F_p$ formülünden yararlanılır ve burada m_c', birim piston yüzü alanına düşen krank ağırlığını gösterir. Diesel motorlar için m_c' 200 ila 400 kg / m^2 olduğundan hesaplar için değeri 300 kg / m^2 kabul edilmiştir.

$m_c = 300 \times 9.16 \times 10^{-3} = 2.748$ kg

Bu durumda silindir ekseni boyunca hareket eden parçalar, m_j ile ifade edilir :

$m_j = 1.775 + 0.620 = 2.395$ kg

$\lambda_0 = 219 / 50 = 0.228$

Dönen parçalar ise m_R ile ifade edilir :

$m_R = 2.748 + 1.349 = 4.097$ kg

Krank yarıçapı R = 50 mm

$$\omega = \frac{3.14 \times 3000}{30} = 314.16 \text{ rad / s}$$

6.2. Tek Silindirli Motorun Dengelenmesi Uygulaması

Santrifüj atalet kuvvetlerinin ve gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvvetlerini dengelemek için krank mili kollarına iki eşit karşı ağırlık yerleştirilir. Bu karşı ağırlıkların ağırlık merkezi, krank eksenine ρ_{cw} mesafededir.

Bu durumda santrifüj atalet kuvveti K_R şu şekilde dengelenir :

$2\, m_{cwR}\, \rho_{cw}\, \omega^2 = m_R R\, \omega^2$

$m_{cwR} = 2.060$ kg

$\rho_{cw} = m_R R / 2\, m_{cwR}$

$\rho_{cw} = 4.097 \times 50 / 2 \times 2.060 = 49.6$ mm

Gidip gelen parçaların oluşturduğu atalet kuvveti ise şu şekilde dengelenir :

$2\, m_{cwj} = 0.5\, m_j R / \rho_{cw}$

$m_{cwj} = 0.5 \times 2.395 \times 50 / 2 \times 49.6 = 0.603$ kg.

Karşı ağırlıkların toplam ağırlığını bulmak için yukarıdaki değerler toplanır.

$m_{cw} = 2.060 + 0.603 = 2.663$ kg

Sistemdeki atalet kuvvetlerini dengelemek için yerleştirilen karşı ağırlıklar da krank miline bağlı olarak ω açısal hızıyla döneceklerinden kendileri de bir atalet kuvveti doğuracaklardır.

$P_{cw} = 2.663 \times 49.6 \times 10^{-3} \times 314.16^2 = 13.03$ kN

7.0. MOTOR ELEMANLARININ HESAP UYGULAMASI

7.1. Piston Grubunun Dizayn Uygulaması

Piston grubu piston, segmanlar ve pernodan oluşmaktadır. Bu grup içerisinde en çok zorlanan pistonun kendisidir. En büyük gaz ve atalet kuvvetleri bu eleman üzerine geldiğinden malzeme özellikleri de yüksek olmalıdır. Tek silindirli diesel motorda kullanılan piston alüminyumdur.

7.1.1. Diesel Motor Pistonun Dizayn Uygulaması

Isı ve motor dinamiği analizi ile elde edilen sonuçlara göre ve silindir çapı D = 108 mm, strok S = 100 mm olmak üzere, n = 3000 d/d 'da yanma sonunda elde edilen maksimum basınç $P_z = 8.9364$ MPa, piston yüzü alanı $F_p = 91.60$ cm^2, $\varphi = 375$ ^{0}KMA' nda maksimum güç $N_{max} = 0.0048$ MN, piston grubunun ağırlığı $m_p = 1.775$ kg, atalet kuvvetlerinin en yüksek değerine ulaştığı boşta çalışmada motor hızı $n_{id\,max} = 3115$ d/d ve biyel oranı $\lambda = 0.228$ bulunmuştur.

Pistonun dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

H = 108 mm

$h_s = 66$ mm

t = 4.53 mm

$\Delta t = 0.8$ mm

s = 10.8 mm

$h_l = 6$ mm

$n_0' = 6$, $d_0 = 4$ mm

Piston malzemesi alüminyumdur ve $\alpha_p = 22x10^{-6}$ 1/K , silindir gömleği malzemesi ise dökme demir olup $\alpha_{cyl} = 11x10^{-6}$ 1/K dır.

Pistonun yağ delikleri (x - x) eksenindeki basma gerilmesi :

Bu eksendeki kesiti x-x kesiti olarak alırsak ;

$F_{x-x} = (\pi/4)(d_g^2 - d_i^2) - n_0' F'$

d_g = 108 - 2 x (4.53 + 0.8) = 97.34 mm

d_i = 108 - 2 x (10.8 + 4.53 + 0.8) = 75.74 mm

F' = 4 x (97.34 - 75.74) / 2 = 43.2 mm^2

F_{x-x} = (3.14 / 4) x (97.34^2 - 75.74^2) - 6 x 43.2 = 0.002677 m^2

Maksimum basma kuvveti

$P_{z\max}$ = 8.9364 x 91.60 = 818.57x10^{-4} = 0.08185 MN

Basma gerilmesi

$\sigma_{com} = \frac{0.08185}{0.002677} = 30.57$ MPa

x - x Kesitindeki Kopma Gerilmesi :

Boşta çalışmada maksimum açısal hız $\omega_{id\max}$ = 3.14 x 3115 / 30 = 326 rad/s

m_{x-x} = 1.775 x 0.6 = 1.065 kg

Maksimum kopma kuvveti

P_k = 1.065 x 0.05 x 326^2 x (1 + 0.228)x10^{-6} = 0.006949 MN

Kopma gerilmesi

σ_r = 0.006949 / 0.002677 = 2.59 MPa

Üst Segman Bölgesindeki Gerilme

Kesme gerilmesi

τ = 0.0314 x 8.9364 x 108 / 6 = 5.05 MPa

Eğme gerilmesi

σ_e = 0.0045 x 8.9364 x (108 /6)^2 = 13 MPa

Toplam gerilme

$\sigma_\Sigma = \sqrt{13^2 + 4 \times 5.05^2}$ = 16.46 MPa

Silindir cidarına uygulanan piston basıncı

q_1 = 0.0048 / (0.066 x 0.108) = 0.67 MPa

q_2 = 0.0048 / (0.100 x 0.108) = 0.44 MPa

Piston başı ve etek çapları

$D_c = D - \Delta_c$

$\Delta_c = 0.006 \times 108 = 0.648$ mm

$D_c = 108 - 0.648 = 107.352$ mm

$D_s = D - \Delta_s$

$\Delta_s = 0.002 \times 108 = 0.216$ mm

$D_s = 108 - 0.216 = 107.784$ mm

Sıcak durumda çaplardaki genleşme payları

$\Delta_c' = 108 \times [1 + 11\times10^{-6} \times (388 - 293)] - 107.352 \times [1 + 22\times10^{-6} \times (493 - 293)]$

$\Delta_c' = 0.28$ mm

$\Delta_s' = 108 \times [1 + 11\times10^{-6} \times (388 - 293)] - 107.784 \times [1 + 22\times10^{-6} \times (428 - 293)]$

$\Delta_s' = 8.74\times10^{-3}$ mm

7.1.2. Segmanların Dizayn Uygulaması

Segman malzemesi dökme demir olup malzemenin elastisite modülü $E = 1\times10^5$ MPa ve $\alpha_r = 11\times10^{-6}$ 1/K dır.

Segmanın silindir cidarına uyguladığı ortalama basınç

$$P_{av} = 0.152 \times 1 \times 10^5 \times \frac{13.59/4.53}{(108/4.53 - 1)^3 \times (108/4.53)} = 0.160 \text{ MPa} \; ; \qquad A_0 = 3 \times 4.53 = 13.59 \text{ mm}$$

Çalışma esnasında segmandaki eğilme gerilmesi

$\sigma_{e1} = 2.61 \times 0.160 \times (108 / 4.53 - 1)^2 = 217.86$ MPa

Segmanı pistona geçirme esnasındaki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{e2} = \frac{41 \times 10^5 (1 - 0.1141 3.59/4.53)}{1.57(108/4.53 - 1.4)(108/4.53)} = 313.34 \text{ MPa}$$

Segman uçları arasındaki boşluk

$\Delta_r = 0.08 + 3.14 \times 108 \times [11\times10^{-6} \times (498 - 293) - 11\times10^{-6} \times (388 - 293)]$

$\Delta_r = 0.49$ mm

7.1.3. Perno Dizaynı Uygulaması

İç kuvvet

$$\omega = \frac{3.14 \times 3000}{30} = 314 \text{ rad/s}$$

$P_{j0} = -1.775 \times 314^2 \times 0.05 \times (1 + 0.228)\times10^{-6} = -0.01074$ MN

Dizayn kuvveti

P_d= 0.08185 - 0.72 x 0.01074 = 0.074 MN

Perno tarafından biyel küçük baş burcuna uygulanan basınç

q_{cr} = 0.074 / (34.925x10^{-3} x 33.80x10^{-3})

q_{cr} = 62.70 MPa

Perno tarafından boslara (piston üzerindeki yataklara) uygulanan basınç

q_b = 0.074 / [34.925x10^{-3} x (84.1x10^{-3} - 38.5x10^{-3})]

q_b = 46.46 MPa

Perno orta bölgesindeki eğilme gerilmesi

$$\sigma_{b0} = \frac{0.074 \times (84.1 \times 10^{-3} + 2 \times 38.5 \times 10^{-3} - 1.5 \times 33.80 \times 10^{-3})}{1.2\left(1 - 0.529^4\right) \times \left(34.925 \times 10^{-3}\right)^3} \qquad \alpha = 18.5 / 34.925 = 0.529$$

σ_{b0} = 173.4 MPa

Boslar arasındaki düzlem ile biyel küçük başı arasındaki kesme gerilmesi

$$\tau_0 = \frac{0.85 \times 0.074 \times (1 + 0.529 + 0.529^2)}{\left(1 - 0.529^4\right)\left(34.925 \times 10^{-3}\right)^2} = 101.20 \text{ MPa}$$

Perno çapındaki maksimum artış

$$\Delta_{p\max} = \frac{1.35 \times 0.074}{2.2 \times 10^5 \times 84.1 \times 10^{-3}} \times \left(\frac{1 + 0.529}{1 - 0.529}\right)^3 \left[0.1 - (0.529 - 0.4)^3\right] \times 10^3 = 1.80\text{x}10^{-2} = 0.0180 \text{ mm}$$

Perno dış yüzeyindeki gerilme

Yatay düzlemde

$$\sigma_{\alpha 0^0} = \frac{15 \times 0.074}{84.1 \times 10^{-3} \times 34.925 \times 10^{-3}} \times \left[0.19 \times \frac{(2 + 0.529) \times (1 + 0.529)}{(1 - 0.529)^2} - \frac{1}{(1 - 0.529)}\right] \times \left[0.1 - (0.529 - 0.4)^3\right]$$

$\sigma_{\alpha 0^0}$ = 52.78 MPa

Düşey düzlemde

$$\sigma_{\alpha 90^0} = -\frac{15 \times 0.074}{84.1 \times 10^{-3} \times 34.925 \times 10^{-3}} \times \left[0.174 \times \frac{(2 + 0.529) \times (1 + 0.529)}{(1 - 0.529)^2} + \frac{0.636}{(1 - 0.529)}\right] \times \left[0.1 - (0.529 - 0.4)^3\right]$$

$\sigma_{\alpha 90^0}$ = − 194.95 MPa

Perno iç yüzeyindeki gerilme

Yatay düzlemede

$$\sigma_{\varphi 0^0} = -\frac{15 \times 0.074}{84.1 \times 10^{-3} \times 34.925 \times 10^{-3}} \times \left[0.19 \times \frac{(1 + 2 \times 0.529) \times (1 + 0.529)}{(1 - 0.529)^2 \times 0.529} + \frac{1}{(1 - 0.529)}\right] \times \left[0.1 - (0.529 - 0.4)^3\right]$$

$\sigma_{\varphi 0^0} = \quad -321$ MPa

Düşey düzlemde

$$\sigma_{\varphi 90^0} = \frac{15 \times 0.074}{84.1 \times 10^{-3} \times 34.925 \times 10^{-3}} \times \left[0.174 \times \frac{(2+0.529) \times (1+0.529)}{(1-0.529)^2 \times 0.529} - \frac{0.636}{(1-0.529)} \right] \times \left[0.1 - (0.529 - 0.4)^3 \right]$$

$\sigma_{\varphi 90^0} = \quad 147.2$ MPa

7.2. Biyel Grubunun Dizayn Uygulaması

Biyel grubu, Biyel büyük ve küçük başları, biyelin orta bölgesi ve biyel civatalarından oluşmaktadır. Çalışma esnasına biyel değişken gaz ve atalet kuvvetlerine maruz kaldığından tüm motor elemanları (piston, biyel, krank) içerisinde en çok zorlananıdır. Bu sebeple biyel malzemesi çelik olup, dövme yoluyla imal edilir.

7.2.1. Biyel Küçük Başının Dizayn Uygulaması

Isı ve motor dinamiği analizi ile elde edilen sonuçlara göre : n = 3000 d/d 'da, φ = 375 ^{0}KMA' nda yanma sonucu elde edilen maksimum basınç P_z = 8.9364 MPa dır. Piston grubunun ağırlığı m_p = 1.775 kg , Biyel grubunun ağırlığı (biyel + bağlantı civataları + yataklar) m_{cr} = 1.970 kg, boşta çalışmada maksimum hız $n_{id\,\max}$ = 3115 d/d, strok S = 100 mm, piston yüzü alanı F_p = 91.60 cm^2 , biyel oranı λ_0 = 0.228 dir.

Biyel küçük başının dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

Piston grubunun dizayn hesaplarından perno dış çapı d_p = 34.925 mm, pernonun biyel küçük başında yataklandığı kısmın uzunluğu l_{cr} = 33.80 mm alınmıştır. Bu uzunluk ise biyel küçük başının uzunluğuna eşittir. $l_{cr} = l_{se}$

Biyelin dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

l_{se} = 33.80 mm

d_e = 49 mm

d = 38.90 mm

$h_e = (d_e - d) / 2$ = 5.05 mm

$s_b = (d - d_p) / 2$ = 1.9875 mm

Biyel malzemesi çelik olup E_{cr} = 2.2x10^5 MPa ; α_e = 1x10^{-5} 1/K dır. Burç malzemesi ise bronz olup E_b = 1.15x10^5 MPa ; α_b = 1.8x10^{-5} 1/K dır.

Biyel malzemesi için sınır değerler şöyledir :

σ_b = 980 MPa

σ_{-1} = 350 MPa

σ_{-1p} = 300 MPa

σ_{ak} = 800 MPa

α_σ = 0.21 ve 0.17

Eğmede :

β_σ = 350 / 800 = 0.4375 ve $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ = (0.4375 - 0.21) / (1-0.4375) = 0.406

Çekme - Basmada

β_σ = 300 / 800 = 0.375 ve $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ = (0.375 - 0.17) / (1-0.375) = 0.328

I - I Kesitinin Dizaynı

Çevrimdeki maksimum gerilme

$$\sigma_{max} = \frac{(1.775 + 0.1576) \times 326^2 \times 0.05 \times (1 + 0.228) \times 10^{-6}}{2 \times 5.05 \times 10^{-3} \times 33.80 \times 10^{-3}}$$

σ_{max} = 36.94 MPa

m_{se} = 0.08 x 1.970 = 0.1576 kg

Ortalama gerilim

σ_{m0} = 36.94 / 2 = 18.47 MPa

σ_{aco} = 18.47 x 1.3 / (0.83 x 0.9) = 32.14 MPa

Burada :

k_σ, gerilim birikme faktörüdür. Hesapların yapıldığı bölgedeki ani ölçü değişiklikleri ve yüzeyin işleme hassasiyetine bağlıdır.

k_σ = 1.2 + 1.8 x 10^{-4} (980 - 400) = 1.3

ε_s, Hesabın yapıldığı bölgenin maksimum ölçüsüne bağlı bir ölçek faktörüdür. Burada biyel I - I kesitinin maksimum ölçüsü 33.80 mm dir. Bu ise biyel küçük başının uzunluğudur. (l_{cr})

ε_{ss}, yüzeye uygulanan işleme bağlı olan yüzey hassasiyet faktörüdür. Biyel küçük başına, yüzey sertleştirme işlemine tabi tutulmadan sadece bara çekilmektedir.

ε_s = 0.83 ve ε_{ss} = 0.9

$\sigma_{aco} / \sigma_{m0}$ = 32.14 / 18.47 = 1.74 〉 $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ = 0.328 olduğundan

I -I kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınıra bağlı olarak hesaplanır.

n_σ = 300 / (32.14 + 0.17 x 18.47) = 8.5

Çakılan burç tarafından yaratılan gerilim :

Biyel ve burç malzemelerinde meydana gelen toplam genleşme

$\Delta_\Sigma = 0.04 + 0.0342 = 0.074$ mm

$\Delta_t = 38.90 / (1.8x10^{-5} - 1.0x10^{-5}) \times 110 = 0.0342$ mm

$\Delta = 0.04$ mm

Burç ile biyel küçük başı arasındaki temas yüzeyinde meydana gelen basınç

$$p = \frac{0.074}{38.90 \times \left[\frac{\left(49^2 + 38.90^2\right) / \left(49^2 - 38.90^2\right) + 0.3}{2.2 \times 10^5} + \frac{\left(38.90^2 + 34.925^2\right) / \left(38.90^2 - 34.925^2\right) - 0.3}{1.15 \times 10^5} \right]} = 19 \text{ MPa}$$

Biyel küçük baş dış yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim

$\sigma_a' = 19 \times 2 \times 38.90^2 / (49^2 - 38.90^2) = 64.77$ MPa

Biyel küçük baş iç yüzeyinde toplam genleşmeden dolayı oluşan gerilim

$\sigma_i' = 19 \times (49^2 + 38.90^2) / (49^2 - 38.90^2) = 83.77$ MPa

A - A kesitindeki eğilmenin incelenmesi :

Biyel küçük başını geren kuvvet

$P_{jp} = - 1.775 \times 0.05 \times 314^2(1+0.228) = -10745$ N

Biyel düşey eksenindeki normal kuvvet ve eğme momenti

$N_{j0} = -(-10745) \times (0.572 - 0.0008 \times 110) = 5200.6$ N

$M_{j0} = -(-10745) \times 0.021975 \times (0.00033 \times 110 - 0.0297) = 1.56$ Nm

$r_m = (49 + 38.90) / 4 = 21.975$ mm

Biyel küçük başını geren kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet ve eğme momenti

$N_{j\varphi_{em}} = 5200.6 \times \text{Cos}110 - 0.5 \times (-10745) \times (\text{Sin}110 - \text{Cos}110) = 5107.3$ N

$M_{j\varphi_{em}} = 1.56 + 5200.6 \times 0.021975 \times (1 - \text{Cos}110) + 0.5 \times (-10745) \times 0.021975 \times (\text{Sin}110 - \text{Cos}110)$

$M_{j\varphi_{em}} = 3.61$ Nm

Biyel küçük başını geren kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim

$$\sigma_{aj} = \left[2 \times 3.61 \times \frac{6 \times 0.021975 + 5.05 \times 10^{-3}}{5.05 \times 10 \times^{-3} \times \left(2 \times 0.021975 + 5.05 \times 10^{-3}\right)} + 0.829 \times 5107.3 \right] \times \frac{10^{-6}}{33.80 \times 10^{-3} \times 5.05 \times 10^{-3}}$$

$\sigma_{aj} = 48.20$ MPa

$K = 2.2x10^5 \times 341.38 / (2.2x10^5 \times 341.38 + 1.15x10^5 \times 134.355) = 0.829$

$F_e = (49 - 38.90) \times 33.80 = 341.38$ mm^2

F_b= (38.90 - 34.925) x 33.80 = 134.355 mm^2

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvet

P_{com} = (8.9364 - 0.1) x 0.009160x10^6 - 1.775 x 0.05 x 314^2 x (Cos370 + 0.228 x Cos740) = 70449 N

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dizayn kesitinde oluşturduğu normal kuvvet ve eğme momenti

$N_{com\varphi_{em}}$ = 70449 x [0.0009 + 0.0047] = 394.5 N

$M_{com\varphi_{em}}$ = 70449 x 0.021975 x [0.00025 + 0.0009 x 1.3420 - 0.0047]

$M_{com\varphi_{em}}$ = - 5.02 Nm

Burada,

$\frac{N_{com0}}{P_{com}}$ = 0.0009 ve $\frac{M_{com0}}{P_{com r_m}}$ = 0.00025 , φ_{em} açısına bağlı olarak seçilmiştir.

$$f(\varphi_{em}) = \left(\frac{\mathrm{Sin}\varphi_{em}}{2} - \frac{\varphi_{em}}{\pi}\mathrm{Sin}\varphi_{em} - \frac{1}{\pi}\mathrm{Cos}\varphi_{em}\right) = 0.0047 \text{ ve}$$

$f(\varphi_{em})$ = 1 - Cos φ_{em} = 1.342 de, φ_{em} açısına bağlı olarak seçilmiştir.

Biyel küçük başını sıkıştıran kuvvetin dış yüzeyde oluşturduğu gerilim

$$\sigma_{acom} = \left[2\times(-5.02)\times\frac{6\times0.021975+5.05\times10^{-3}}{5.05\times10^{-3}\times\left(2\times0.021975+5.05\times10^{-3}\right)}+0.829\times394.5\right]\times\frac{10^{-6}}{33.80\times10^{-3}\times5.05\times10^{-3}}$$

σ_{acom} = -30.62 MPa

Oluşan maksimum ve minimum gerilmeler

σ_{max} = 67.77 + 24.92 = 89.69 MPa

σ_{min} = 64.77 - 30.62 = 34.15 MPa

Ortalama gerilim

σ_m = (89.69 + 34.15) / 2 = 61.92 MPa

σ_a = (89.69 - 34.15) / 2 = 27.77 MPa

σ_{ac} = 27.77 x 1.3 / (0.83 x 0.9) = 48.32 MPa

σ_{ac} / σ_m = 48.32 / 61.92 = 0.78 〉 $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma)$ = 0.406 olduğundan

A - A kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

n_σ = 350 / (48.32 + 0.21 x 89.69) = 5.21

7.2.2. Biyel Büyük Başının Dizayn Uygulaması

Motor dinamiği analizi ve biyel küçük başının dizaynından elde edilen sonuçlara göre : Krank yarıçapı R = 0.05 m , piston grubunun ağırlığı m_p = 1.775 kg , biyel grubunun ağırlığı (biyel + bağlantı civataları + yataklar) m_{cr} = 1.970 kg, boşta çalışmada açısal hız $\omega_{id\,max}$ = 326 rad/s, biyel oranı λ_0 = 0.228 dir.

Biyel büyük başının dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

d_{cp} = 63.48 mm

t_s = 1.86 mm

c_b = 81 mm

l_c = 40.10 mm

Maksimum iç kuvvet

P_{jr} = -326^2 x 0.05 x [(1.775+0.620) x (1 +0.228) + (1.349 - 0.4925)] x 10^{-6} = - 0.0202 MN

m_{c0} = 0.25 x 1.970 = 0.4925 kg

Dizayn kesitindeki moment

W_b = 40.10 x (0.5 x 81 - 33.6)^2 x 10^{-9} / 6 = 3.18x10^{-7} m^3

r_i = 0.5 x (63.48 + 2 x 1.86) = 33.6 mm

Dizayn kesitindeki atalet momentleri

J_s = 40.10 x 1.86^3 x10^{-12} = 258x10^{-12} m^4

J = 40.10 x (0.5 x 81 - 34.12)3x10^{-12} = 10413.7x10^{-12}

Ana yataktaki eğilme gerilimi

$$\sigma_{ba} = 0.0202 \times \left[\frac{0.023 \times 81 \times 10^{-3}}{\left(1 + 258 \times 10^{-12} / 10413 \times 10^{-12}\right) \times 3.18 \times 10^{-7}} + \frac{0.4}{0.000351} \right] = 138.5 \text{ MPa}$$

F_t = 40.10 x 0.5 x (81 - 63.48) x10^{-6} = 0.000351 m^2

7.2.3. Biyel Gövde Orta Kısmının Dizayn Uygulaması

Motor dinamiği analizinden elde edilen sonuçlara göre : Krank mekanizmasına etki eden toplam gaz kuvveti , gaz kuvetleri ile gidip gelen elemanların atalet kuvvetleri toplamına eşittir. Buna göre : φ = 375 ^{0}KMA' da $P_{comt} = P_g + P_j$ = 67 kN = 0.067 MN

φ = 0 ^{0}KMA' da $P_t = P_g + P_j$ = - 14 kN = - 0.014 MN bulunmuştur.

Biyel küçük baş ile büyük baş ekseni arasındaki mesafesi L_{cr} = 219 mm alınmıştır. Hesapların yapılacağı gövde kesitinin kabul edilen ölçüleri ise şöyledir :

$h_{sh\min}$ = 0.55 d_e = 0.5 x 49 = 27 mm

h_{sh} = 1.33 $h_{sh\min}$ = 1.33 x 27 = 36 mm

b_{sh} = 0.55 h_{sh} = 0.55 x 36 = 20 mm

$a_{sh} = t_{sh}$ = 5 mm

Biyel küçük ve büyük başının dizaynından elde edilen sonuçlara göre d = 38.90 mm ve d_i = 67.20 mm dir.

B - B kesitinin alanı ve atalet momentleri

F_{mid} = 36 x 20 - (20 - 5) x (36 - 2 x 5) = 33x10^{-5} m^2

J_x = [20 x 36^3 - (20 - 5) x (36 - 2 x 5)^3] / 12 = 55.790x10^{-9} m^4

J_y = [36 x 20^3 - (36 - 2 x 5)(20 - 5)^3] / 12 = 16.6875x10^{-9} m^4

Sıkıştırma kuvveti ile oluşan maksimum gerilimler

σ_{max-x} = 1.128 x 0.067 / 33x10^{-5} = 229 MPa

$$K_x = 1 + \frac{980}{\pi^2 \times 2.2 \times 10^5} \times \frac{219^2}{55790} \times 330 = 1.128 \quad ; \quad \sigma_e = \sigma_b = 980 \text{ MPa}$$

σ_{max-y} = 1.061 x 0.067 / 33x10^{-5} = 215.4 MPa

$$K_y = 1 + \frac{980}{\pi^2 \times 2.2 \times 10^5} \times \frac{165.95^2}{4 \times 16687.5} \times 330 = 1.061$$

L_1 = 219 - (38.90 + 67.20)) = 165.95 mm

Germe kuvveti ile oluşan minimum gerilim

σ_{min} = - 0.014 / 33x10^{-5} = - 42.42 MPa

Ortalama gerilimler

σ_{mx} = (229 - 42.42) / 2 = 93.29 MPa

σ_{my} = (215.4 - 42.42) / 2 = 86.49 MPa

σ_{ax} = (229 + 42.42) / 2 = 135.71 MPa

σ_{ay} = (215.4 + 42.42) / 2 = 128.91 MPa

σ_{acx} = 135.71 x 1.3 / (0.82 x 1.3) = 165.5 MPa

σ_{acy} = 128.91 x 1.3 / (0.82 x 1.3) = 157.2 MPa

k_σ = 1.2 + 1.8 x 10^{-4} (980 - 400) = 1.3

ε_s, Hesabın yapıldığı bölgenin maksimum ölçüsüne bağlı bir ölçek faktörüdür. Burada B - B kesitinin maksimum ölçüsü 33.80 mm dir. Bu ise biyel gövde kesitinin genişliğidir. (h_{sh})

ε_{ss}, yüzeye uygulanan işleme bağlı olan yüzey hassasiyet faktörüdür.

$\sigma_{acx} / \sigma_{mx}$ =165.5 / 93.29 = 1.77 〉 (β_σ - α_σ) / (1 - β_σ) = 0.328 ve

$\sigma_{acy} / \sigma_{my}$ = 157.2 / 86.49 = 1.817 〉 0.328 olduğundan B - B kesitindeki güvenlik faktörü yorulma sınırına göre hesaplanır :

$n_{\sigma x}$ = 300 / (165.5 + 0.17 x 93.29) = 1.65

$n_{\sigma y}$ = 300 / (157.2 + 0.17 x 86.49) = 1.745

7.2.4. Biyel Civatalarının Dizayn Uygulaması

Biyel büyük başının dizaynından elde edilen sonuçlara göre : Biyel büyük başı ve civatalara gelen maksimum iç kuvvet P_{jr} = 0.0202 MN

Biyel civatalarının dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

d_n = 13 mm

t = 1.5 mm

i_b = 2

Civata çelik olup malzeme sınır değerleri şöyledir :

σ_b = 1300 MPa , σ_{-1p} = 380 MPa , σ_{ak} = 1150 MPa , α_σ = 0.2

β_σ = 380 / 1150 = 0.33 ve $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1-\beta_\sigma)$ = (0.33 - 0.2) / (1-0.33) = 0.194

Sıkma kuvveti

P_{tl} = 2.5 x 0.0202 / 2 = 0.025 MN

Civatayı geren toplam kuvvet

P_b = 0.025 + 0.2 x 0.0202 / 2 = 0.027 MN ; X=0.2

Civatada oluşan maksimum ve minimum gerilmeler

σ_{max} = 4 x 0.027 / (3.14 x 0.0109^2) = 289.3 MPa ;

d_b = 13 - 1.4 x 1.5 = 10.9 mm

σ_{min} 4 x 0.025 / (3.14 x 0.0109^2) = 268 MPa

Ortalama gerilimler

σ_m = (289.3 + 268) / 2 = 278.65 MPa

σ_a = (289.3 - 268) / 2 = 10.65 MPa

σ_{ac} = 10.65 x 4.2 / (0.96 x 0.82) = 57 MPa

k_σ = 1.2 + 1 x (4.2 - 1) = 4.2 ; $\alpha_{c\sigma}$ = 4.2 ve q =1 σ_b = 1300 MPa 'a göre alınmıştır.

σ_{ac} / σ_m =57 / 278.65 = 0.20 〉 $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1-\beta_\sigma)$ = 0.194 olduğundan biyel civatalarının güvenlik faktörü yorulma sınırına göre hesaplanır :

n_σ = 380 / (57 + 0.2 x 278.65) = 3.37

7.3. Krank Milinin Dizayn Uygulaması

Krank mili, değişken gaz ve atalet kuvvetleri etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetler ve yarattıkları momentler krank miline etkimektedirler. Periyodik olarak değişen momentler titreşime de sebep olarak daha fazla gerilim yaratmaktadırlar. Bu yüzden krank mili malzemesi yüksek mukavemet, aşınmaya karşı direnç ve sertlik özelliklerini taşımalıdır. Değişken kuvvet ve moment etkisi altında çalışan krank mili yukarıdaki özellikleri sağlaması bakımından dövme yoluyla imal edilmektedir.

Motor dinamiği analizi ve tek silindirli motorun dengelenmesi hesapları ile elde edilen sonuçlara göre : Karşı ağırlıkların oluşturduğu atalet kuvveti P_{cw} = 13.03 kN, dönen parçaların oluşturduğu santrifüj atalet kuvvetleri $K_R = -m_R R \omega^2 = 4.09 \times 50 \times 10^{-3} \times (\pi \times 3000 / 30)^2 = -20.18$ kN, krank yarıçapı R = 50 mm dir.

Krank mili dizayn hesaplarında kullanılacak kabul edilen ölçüler ise şöyledir :

$d_{mj} = 70$ mm

$l_{mj} = 40$ mm

$d_{cp} = 63.48$ mm

$l_{cp} = 40.40$ mm

$b_1 = 90$ mm

h = 33.8 mm

Krank mili çelik olup malzeme sınır değerleri şöyledir :

$\sigma_b = 980$ MPa

$\sigma_{-1} = 350$ MPa

$\tau_{-1} = 240$ MPa

$\sigma_{-1p} = 300$ MPa

$\sigma_{ak} = 800$ MPa

$\tau_{ak} = 390$ MPa

$\alpha_\sigma = 0.21$

$\alpha_\tau = 0.08$

Eğmede :

$\beta_\sigma = 350 / 800 = 0.4375$ ve $(\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma) = (0.4375 - 0.21) / (1 - 0.4375) = 0.406$

Burulmada :

$\beta_\tau = 240 / 390 = 0.6$ ve $(\beta_\tau - \alpha_\tau) / (1 - \beta_\tau) = (0.6 - 0.08) / (1 - 0.6) = 1.3$

Biyel muylusuna gelen basınç

$k_{cpm} = 23000 \times 10^{-6} / (63.48 \times 34.4 \times 10^{-6}) = 10.5$ MPa

R_{cpm} = 23000 N (Grafik E.1.10)

l_{cp}' = 40.40 - 2 x 3 = 34.4 mm

$k_{cp\max}$ = 47000x10^{-6} / (63.48 x 34.4 x 10^{-6}) = 21.5 MPa

$R_{cp\max}$ = 47000 N (Grafik E.1.10)

Ana yatağa gelen basınç

k_{mjm} = 13805x10^{-6} / (70 x 34 x 10^{-6}) = 5.8 MPa

R_{mjm} = 13805 N (Grafik E.1.11)

l_{mj} = 40 - 2 x 3 = 34 mm

$k_{mj\max}$ = 20850 / (70 x 34 x 10^{-6}) = 8.76 MPa

$R_{mj\max}$ = 20850 N (Grafik E.1.11)

7.3.1. Ana Yatağın Dizayn Uygulaması

Ana yatağı burulmasına sebep olan moment

$W_{\tau mj}$ = 3.14 x 70^{3}x10^{-9} / 16 = 67.3x10^{-6} m^3

Ana yatakta oluşan maksimum ve minimum gerilimler

$\tau_{\max}$ = 1070x10^{-6} / 67.3x10^{-6} = 15.9 MPa

$M_{mj\max}$ = 1070 Nm (Grafik E.1.12)

$\tau_{\min}$ = -380x10-6 / 67.3x10^{-6} = - 5.64 MPa

$M_{mj\min}$ = -380 Nm (Grafik E.1.12)

Ortalama gerilimler

τ_m = (15.9 - 5.64) / 2 = 5.25 MPa

τ_a = (15.9 + 5.64) / 2 = 10.7 MPa

τ_{ac}== 10.7 x 1.56 / (0.67 x 1.2) = 20.76 MPa

k_τ = 0.6 x [1 + 0.8 x (3- 1)] = 1.56 ; $\alpha_{c\sigma}$ = 3 ve q =0.8 σ_b = 980 MPa 'a göre alınmıştır.

τ_{ac}/τ_m = 20.76 / 5.25 = 3.9 $>(\beta_\tau - \alpha_\tau)$ / (1-β_τ) = (0.6 - 0.08) / (1-0.6) = 1.3 olduğundan ana yataktaki güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$n_\tau = \tau_{-1} / (\tau_{ac} + \alpha_\tau \tau_m)$ = 240 / (20.76 + 0.08 x 5.25) = 11.3

7.3.2. Krank Piminin Dizayn Uygulaması

Krank piminin burulmasına sebep olan moment

$W_{\tau cp}$ = 3.14 x 63.48^3x10^{-9} / 16 = 50.2x10^{-6} m^3

Krank piminde oluşan maksimum ve minimum teğetsel gerilimler

τ_{max} = 535x10^{-6} / 50.2x10^{-6} = 10.65 MPa

$M_{cp\,max}$ = 535 Nm (Grafik E.1.13)

τ_{min} = -190x10-6 / 50.2x10^{-6} = - 3.78 MPa

$M_{cp\,min}$ = - 190 Nm (Grafik E.1.13)

Ortalama gerilimler

τ_m = (10.65 - 3.78) / 2 = 3.435 MPa

τ_a = (10.65 + 3.78) / 2 = 7.215 MPa

τ_{ac} = 7.215 x 1.56 / (0.69 x 1.2) = 13.6 MPa

τ_{ac} / τ_m = 13.6 / 3.435 = 3.96 〉 $(\beta_\tau - \alpha_\tau) / (1 - \beta_\tau)$ = (0.6 - 0.08) / (1-0.6) = 1.3 olduğundan krank pimindeki teğetsel gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

n_τ = 240 / (13.6 + 0.08 x 3.435) = 17.2

M_T = T' 0.5 x (40 + 40.40 + 2 x 33.8) = 74x10^{-3} T'

T' = -0.5 T ; Burada bilgisayarla her krank mili açısı için hesaplanan teğetsel kuvvet T değerleri kullanılarak T' değerleri bulunmuştur. Elde edilen T' değerleri M_T momentini hesaplamak için kullanılmıştır.

M_Z = 0.074 Z_Σ' + 13030 x 0.037 = 0.074 Z_Σ' + 482.1

a = 0.5 x (40.40 + 33.8) = 37.1mm

$M_{\varphi 0}$ = $M_T \sin\varphi_0$ - $M_Z \cos\varphi_0$; $M_{\varphi 0}$ değerleri her krank mili açısı için bilgisayarla hesaplanmış ve maksimum ve minimum değerleri alınarak krank pimi üzerindeki gerilmeleri hesaplamak için kullanılmıştır.

Krank piminde oluşan maksimum ve minimum normal gerilimler

σ_{max} = 654.805x10^{-6} / 25.1x10^{-6} = 26 MPa

$W_{\sigma cp}$ = 0.5 x 50.2x10^{-6} = 25.1x10-6 m^3

σ_{min} = - 1655.636x10^{-6} / 25.1x10^{-6} = - 65.96 MPa

Ortalama gerilimler

σ_m = (26 - 65.96) / 2 = - 19.98 MPa

σ_a = (26 + 65.96) / 2 = 45.98 MPa

σ_{ac} = 45.98 x 2.6 / (0.69 x 1.2) = 144.38 MPa

$k_\sigma = 1 + 0.8 \times (3 - 1) = 2.5$; $\alpha_{c\sigma} = 3$ ve q =0.8 $\sigma_b = 980$ MPa 'a göre alınmıştır.

Krank pimindeki normal gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

$n_\sigma = 350 / [(144.38 + 0.21 \times (-19.98)] = 2.49$

Krank piminin toplam güvenlik faktörü

$n_{cp} = 2.49 \times 17.2 / \sqrt{2.49^2 + 17.2^2} = 2.46$

7.3.3. Krank Kollarının Dizayn Uygulaması

Krank kollarını burulmaya zorlayan maksimum ve minimum momentler

$M_{tw\,max} = 3657.240 \times 0.5 \times (40 + 33.8) \times 10^{-3} = 134.9$ Nm

$M_{tw\,min} = -10620.175 \times 0.5 \times (40 + 33.8) \times 10^{-3} = -391.8$ Nm

Burada T_{max}' ve T_{min}' , T teğetsel kuvvetinin her krank mili açısındaki değerine bağlı olarak bilgisayarla bulunan değerlerdir.

Krank kollarında oluşan maksimum ve minimum teğetsel gerilimler

$\tau_{max} = 134.9 \times 10^{-6} / 26.8 \times 10^{-6} = 5$ MPa

$W_{\tau w} = 0.261 \times 90 \times 33.82 \times 10^{-9} = 26.8 \times 10^{-6}$ m^3

$\tau_{min} = -391.8 / 6.8 \times 10^{-6} = -14.6$ MPa

Ortalama gerilimler

$\tau_m = (5 - 14.6) / 2 = -4.8$ MPa

$\tau_a = (5 + 14.6) / 2 = 9.8$ MPa

$\tau_{ac} = 9.8 \times 0.84 / (0.624 \times 0.75) = 17.58$ MPa

$k_\tau = 0.6 \times [1 + 0.8 \times (1.5 - 1)] = 0.84$; $\alpha_{c\sigma} = 1.5$ ve q =0.8

Krank kollarındaki teğetsel gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır .

$n_\tau = 240 / [(17.58 + 0.08 \times (-4.8)] = 13.9$

Krank kollarında oluşan maksimum ve minimum normal gerilimler

$\sigma\Sigma_{max} = 1804 \times 10^{-6} / 17.136 \times 10^{-6} + 22550 \times 10^{-6} / 3024 \times 10^{-6} = 112.7$ MPa

$M_{bw\,max} = 0.25 \times (65280 - 20180) \times 40 \times 10^{-3} = 1804$ Nm

$P_{w\,max} = 0.5 \times (65280 - 20180) = 22550$ N

$W_{aw} = 90 \times 33.8^2 / 6 = 17.136 \times 10^{-6}$ m^3

$F_w = 90 \times 33.6 \times 10^{-6} = 3024 \times 10^{-6}$ m^2

$\sigma\Sigma_{min} = -1369.6 \times 10^{-6} / 17.136 \times 10^{-6} + (-17120) \times 10^{-6} / 3024 \times 10^{-6} = -85.5$ MPa

$M_{bw\,min} = 0.25 \times (14060 - 20180) \times 40 \times 10\text{-}3 = -1369.6$ Nm

$P_{w\,min} = 0.5 \times (-14060 - 20180) = -17120$ N

Ortalama gerilimler

$\sigma_m = (112.7 - 85.5) / 2 = 13.6$ MPa

$\sigma_a = (112.7 + 85.5) / 2 = 99.1$ MPa

$\sigma_{ac} = 99.1 \times 1.4 / (0.624 \times 0.75) = 296.4$ MPa

$k_\sigma = 1 + 0.8 \times (1.5 - 1) = 1.4$; $\alpha_{c\sigma} = 1.5$ ve q =0.8

$\sigma_{ac} / \sigma_m = 296.4 / 13.6 = 21.8 \rangle (\beta_\sigma - \alpha_\sigma) / (1 - \beta_\sigma) = 0.4$ olduğundan krank kollarındaki normal gerilim güvenlik faktörü yorulma sınırına bağlı olarak hesaplanır.

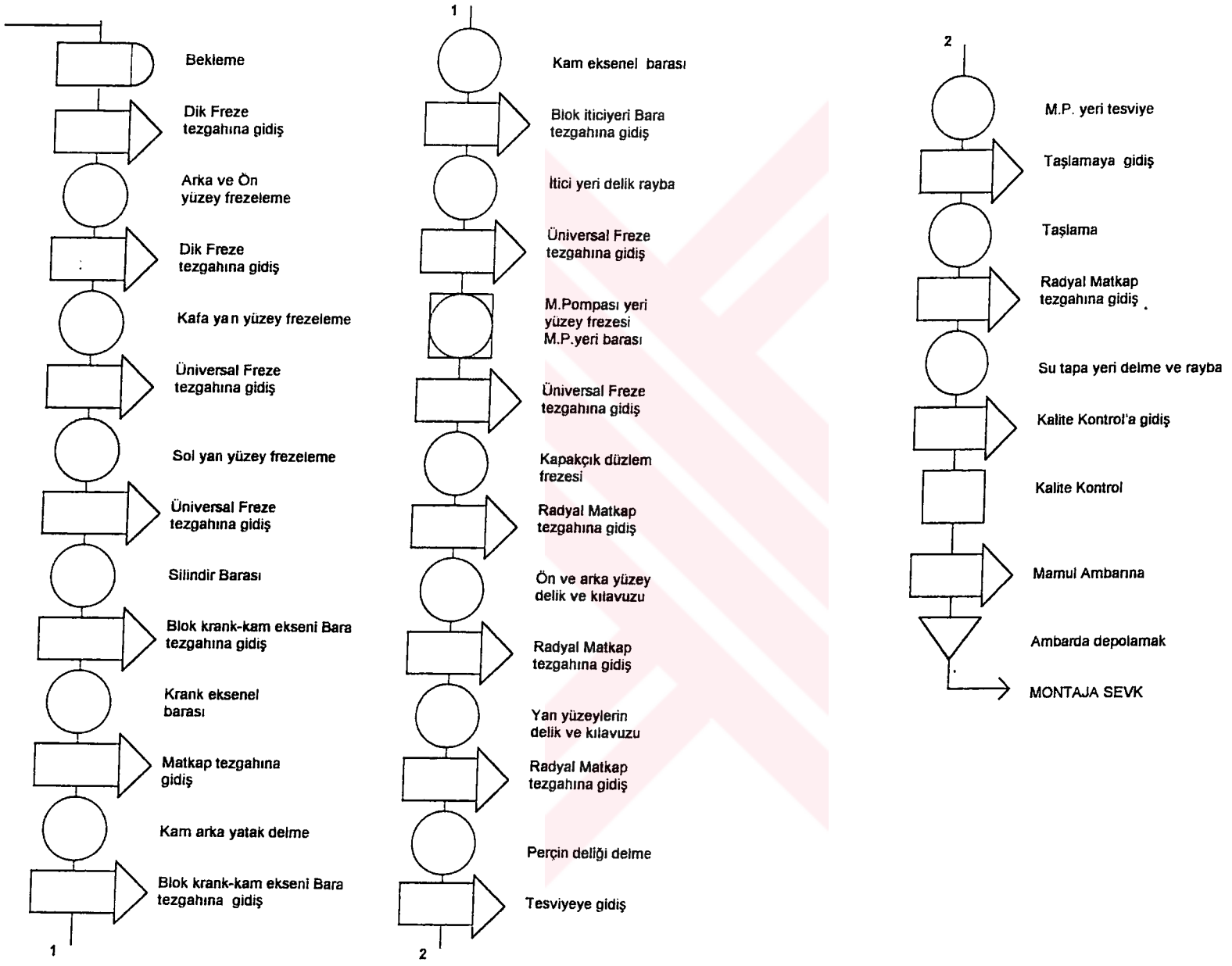
$n_\sigma = 350 / (296.4 + 0.21 \times 13.6) = 1.17$

Krank kollarının toplam güvenlik faktörü

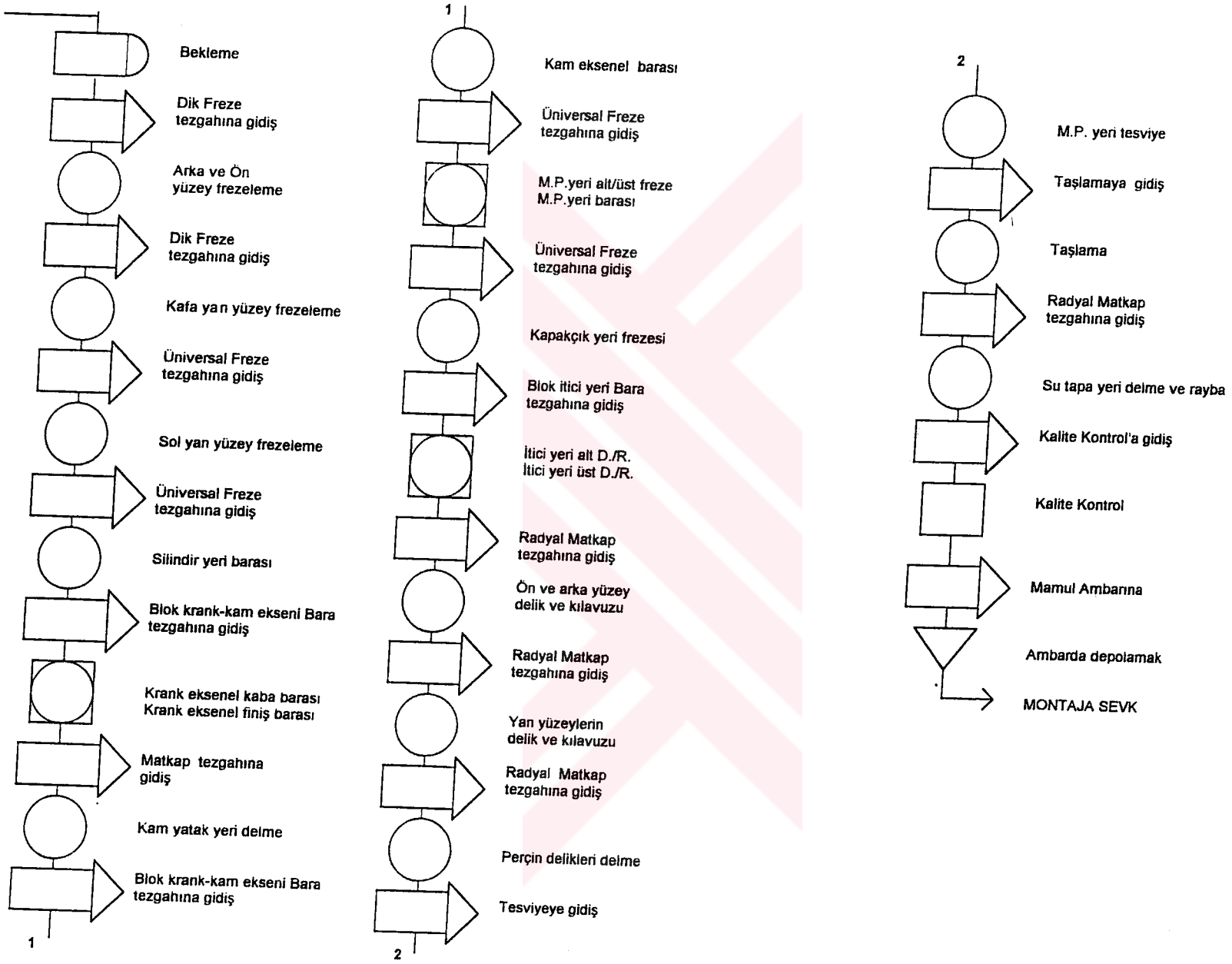
$n_{cp} = 1.17 \times 13.9 / \sqrt{1.17^2 + 13.9^2} = 1.16$

İMAL EDİLECEK PARÇALARIN OPERASYON SIRALARI

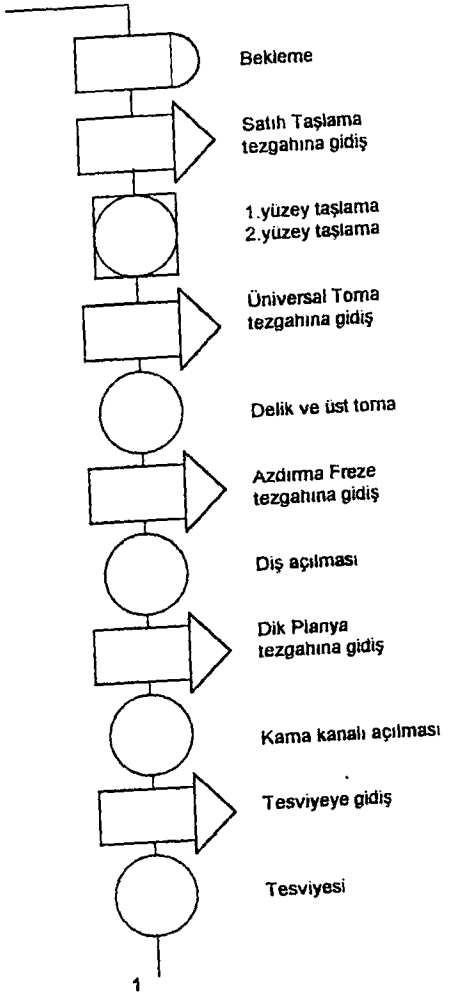
Parça No. 1-2 Tek Silindirli Blok-98/108

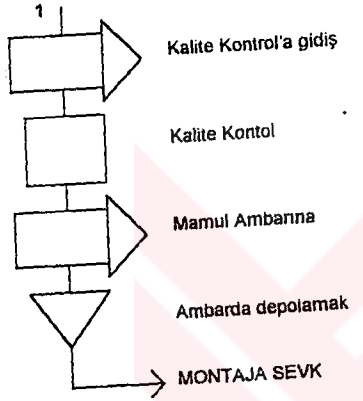


Parça No. 3-4 Çift Silindirli Blok-98/108

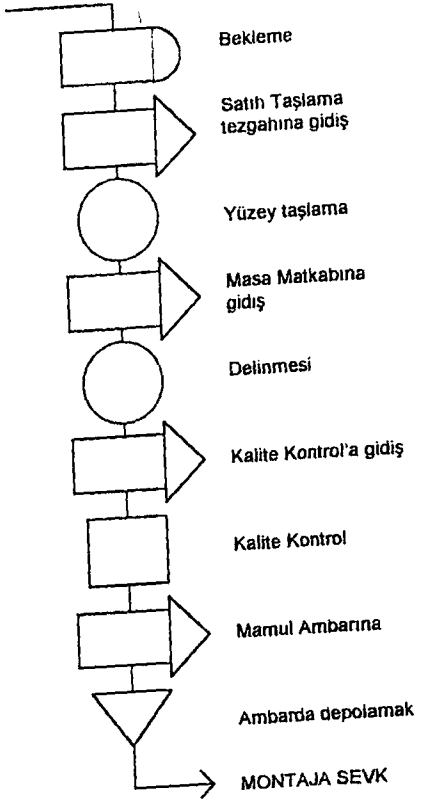


Parça No. 5 Kam Dişlisi

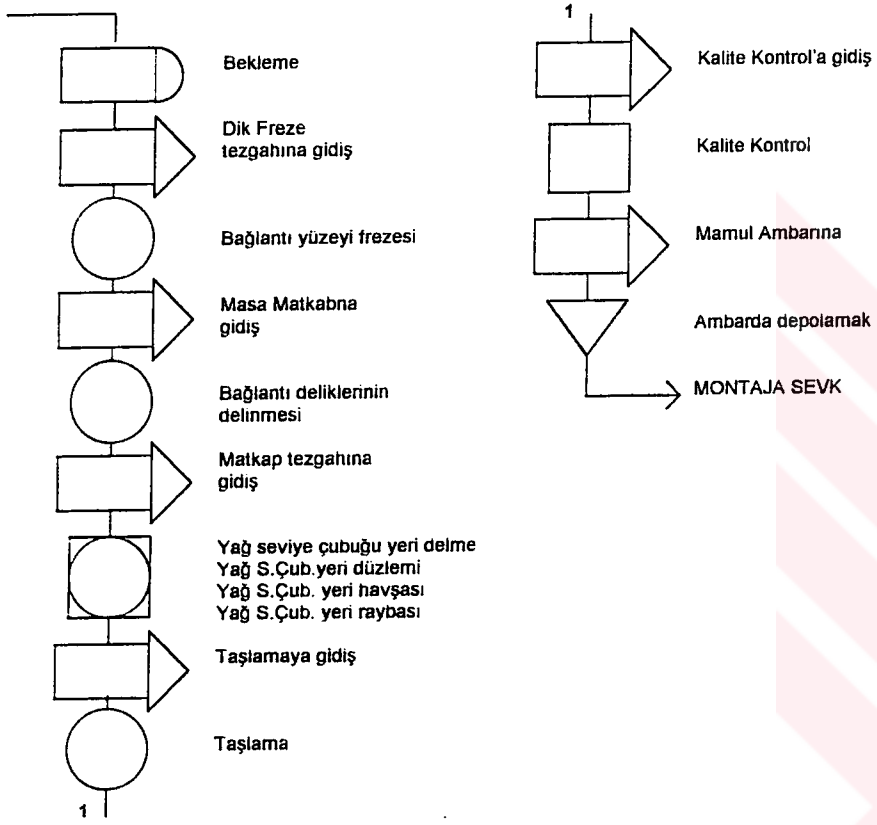




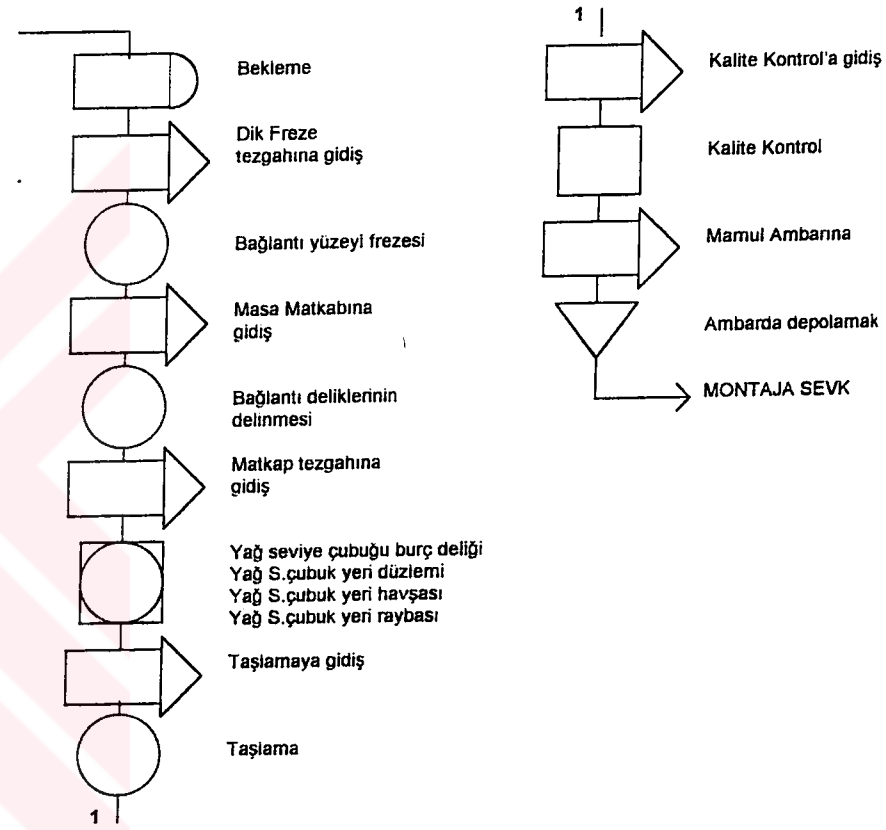
Parça No. 6 T.S.Sol Yan Kapak-Delikli



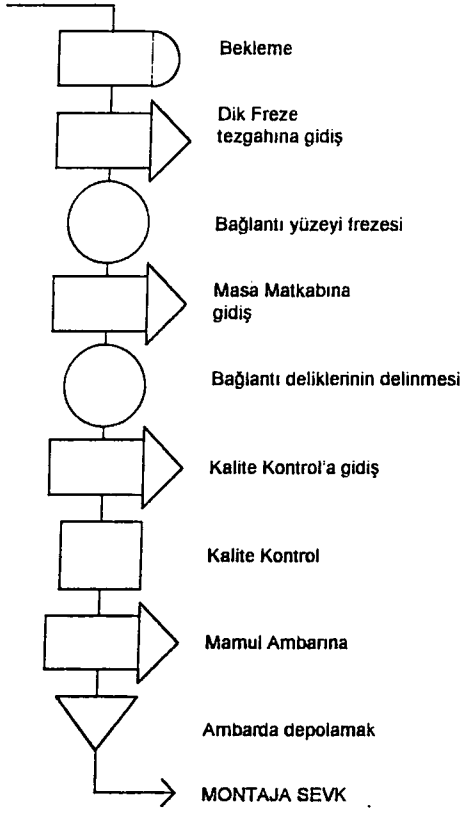
Parça No. 7 Ç.S.Sol Yan Kapak



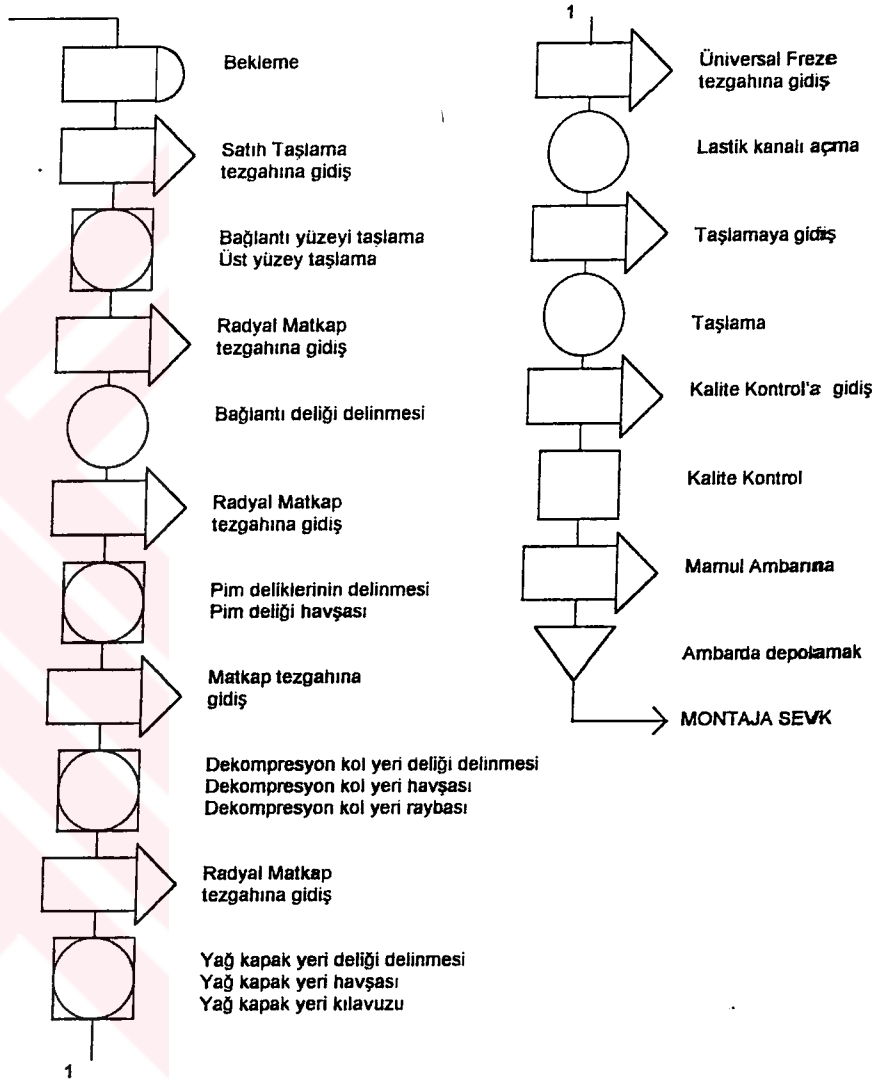
Parça No. 8 T.S.Sağ Yan Kapak



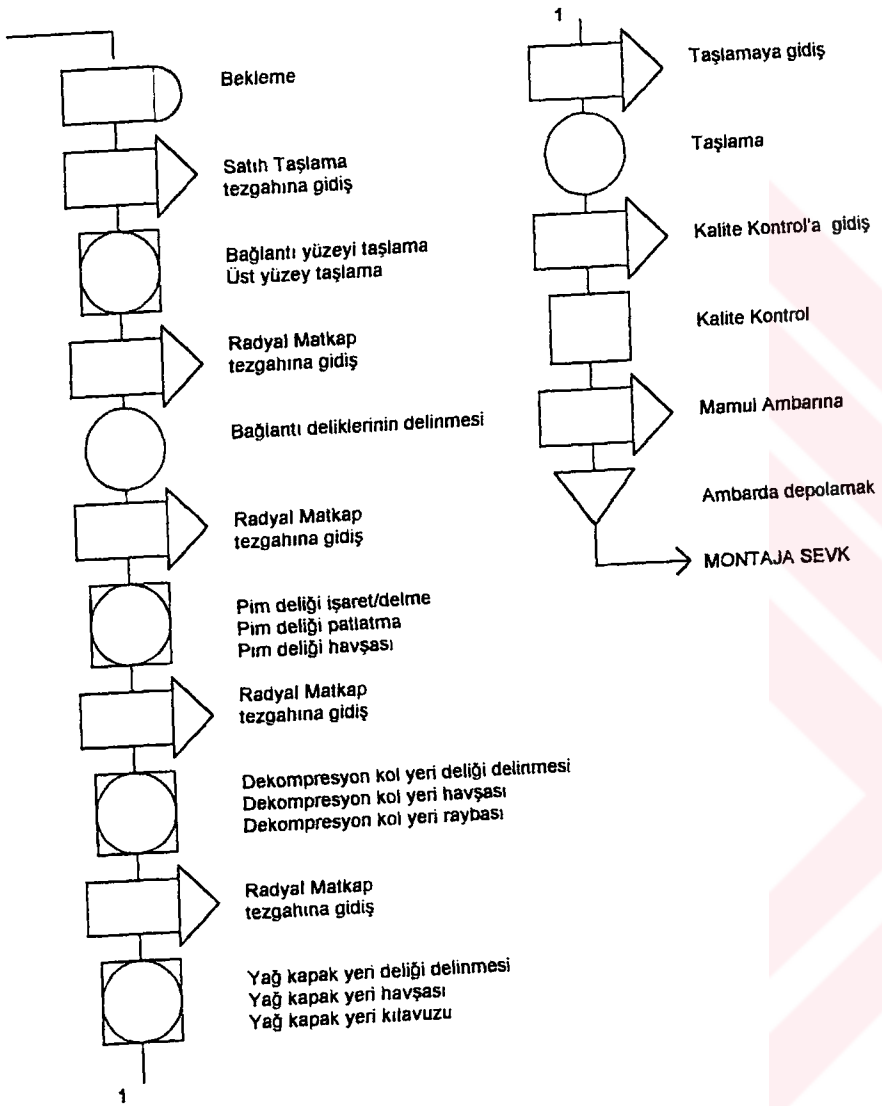
Parça No. 9 Ç.S.Sağ Yan Kapak-Delikli



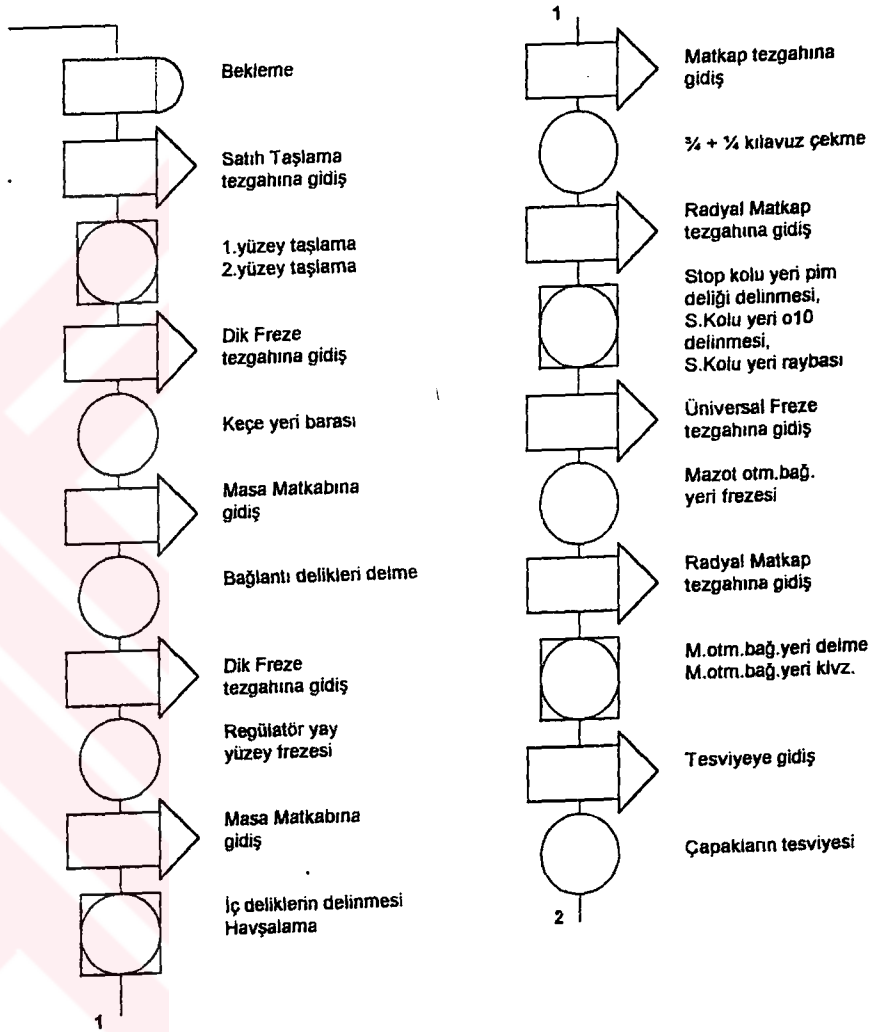
Parça No. 10 T.S.Üst Kapak



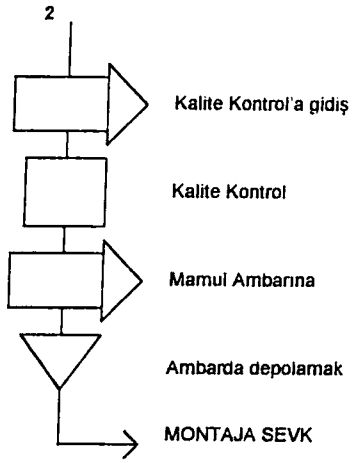
Parça No. 11 Ç.S.Üst Kapak

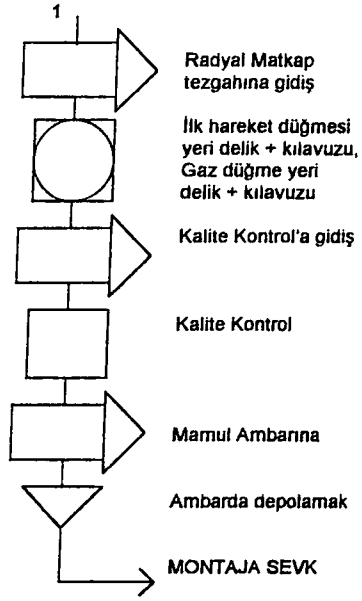


Parça No. 12 Ön Kapak-Alt.Dep.Jen.

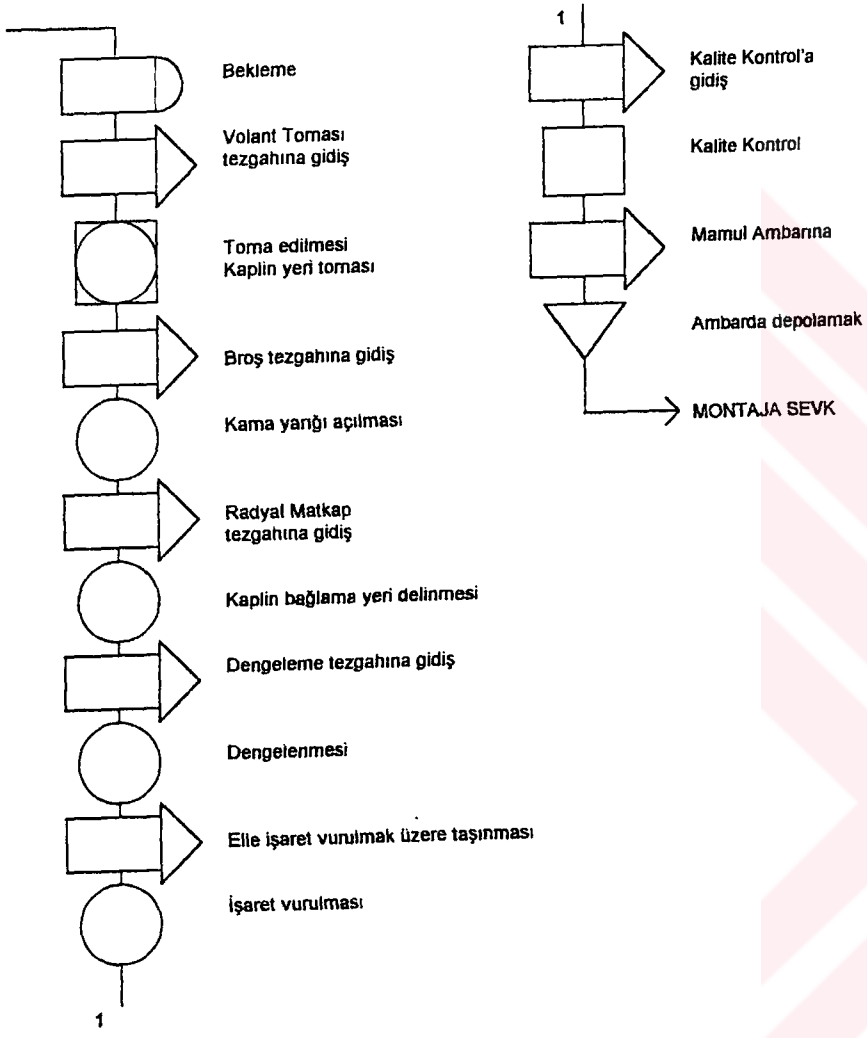


Parça No. 13 Ön Kapak-Tu.+7k.

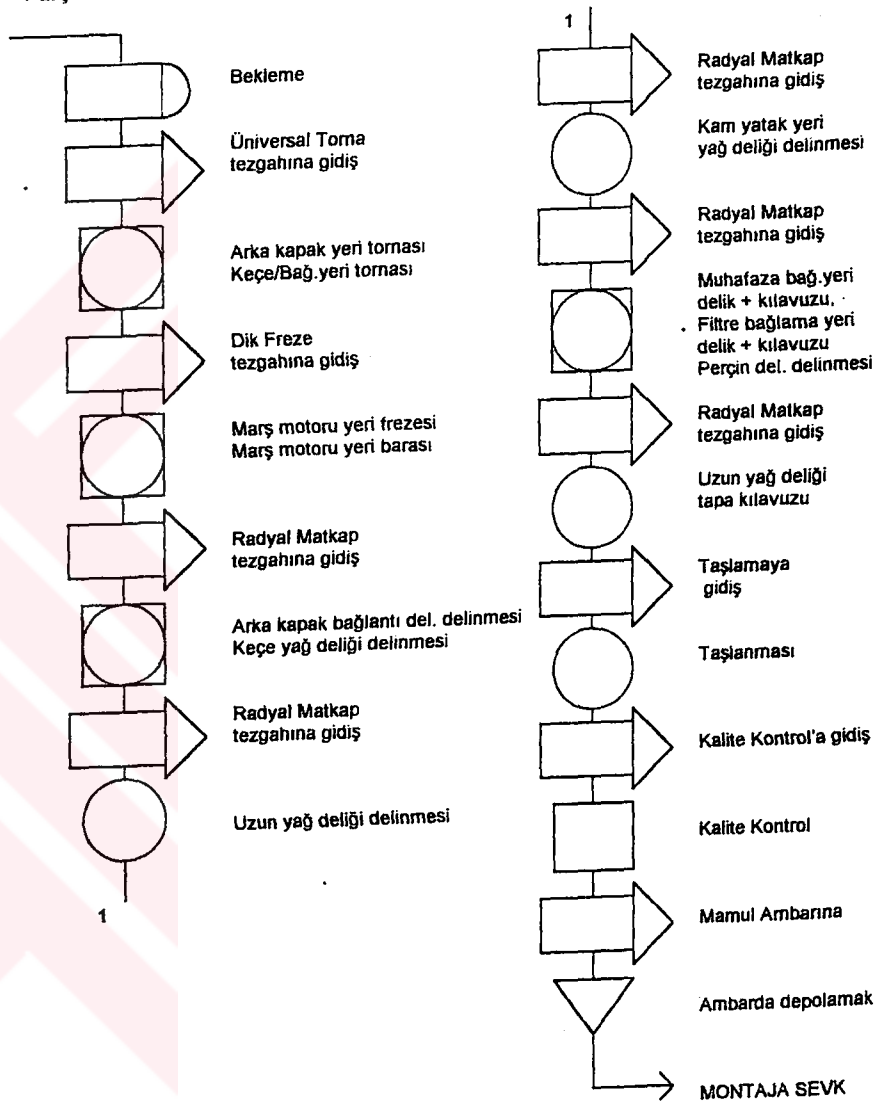




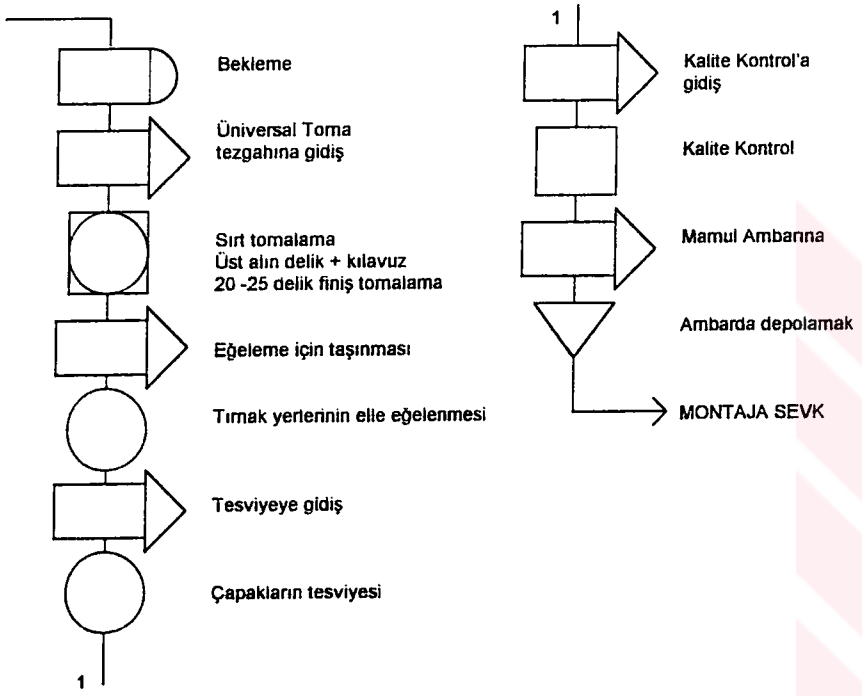
Parça No. 14 Ç.S. Volant - Marşlı (SAE3)



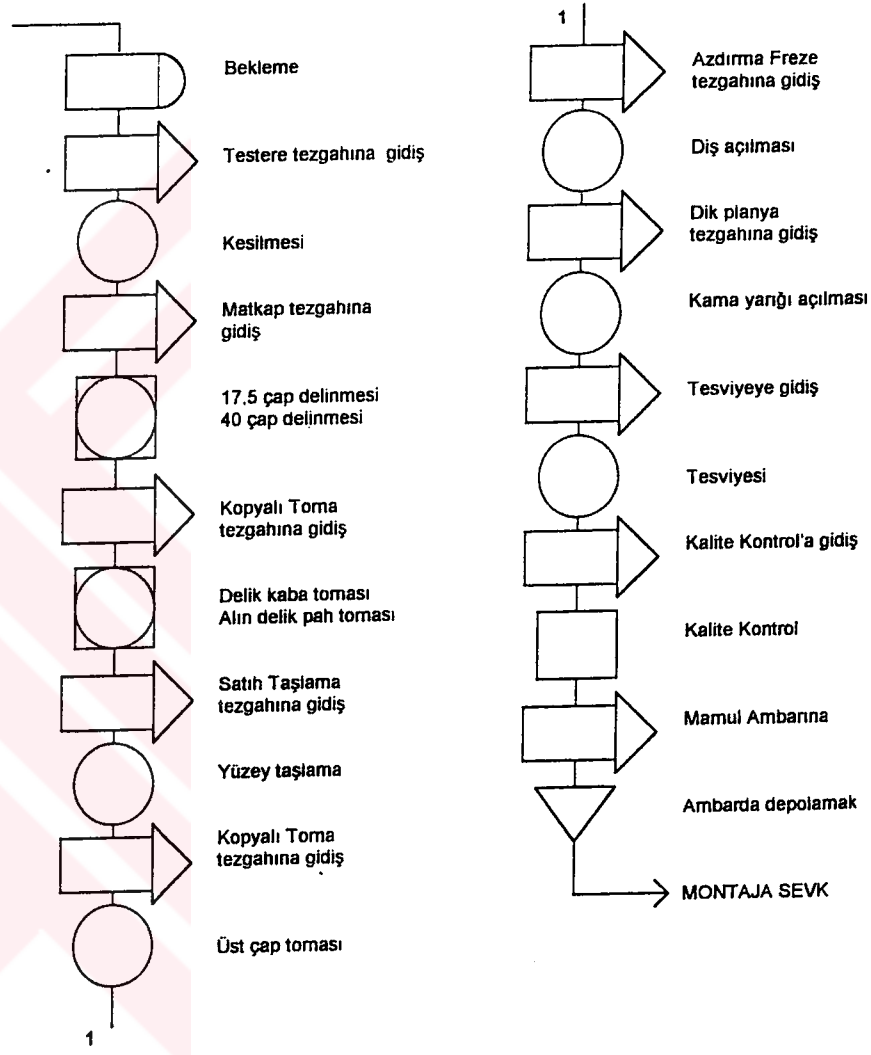
Parça No. 15 Volant Muhafaza - Marşlı (SAE3)



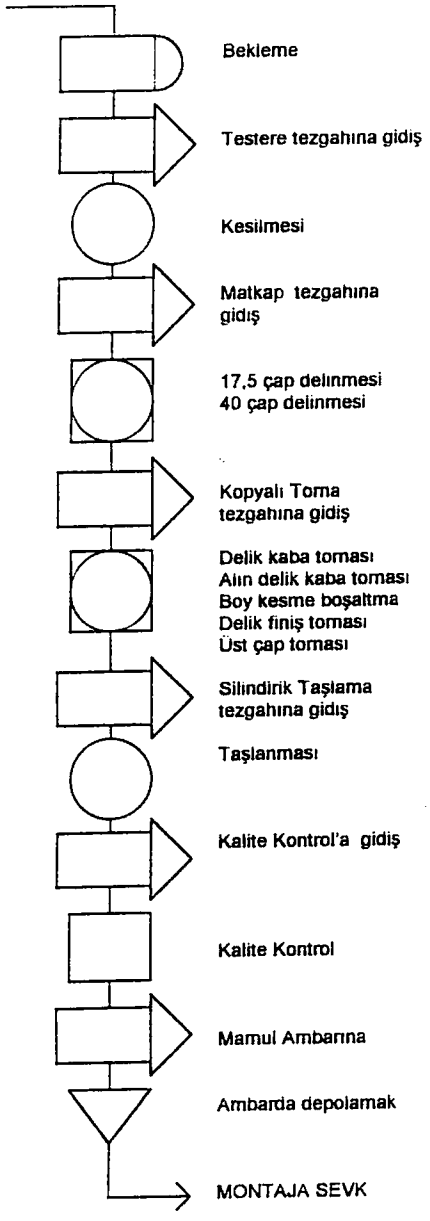
Parça No. 16 İlk Hareket Kurtağzı



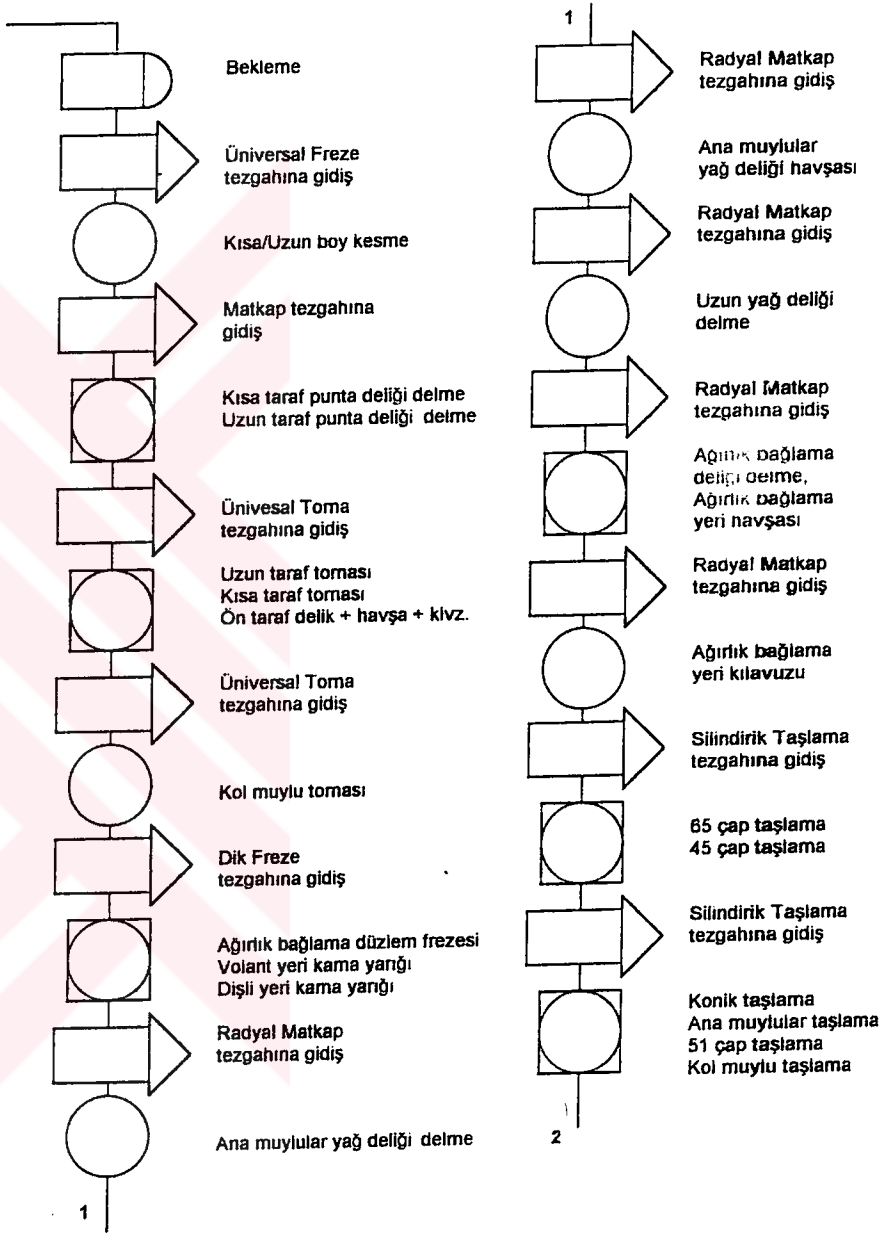
Parça No. 17 Krank Dişlisi



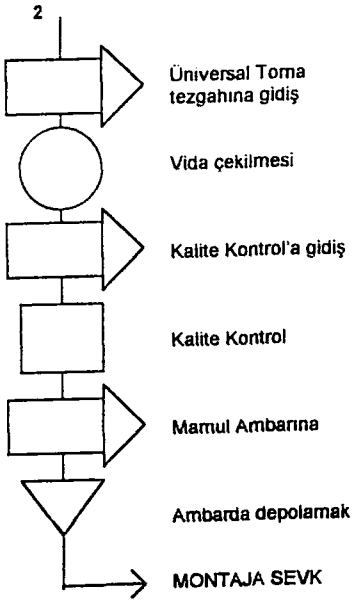
Parça No. 18 Krank Ön Burcu



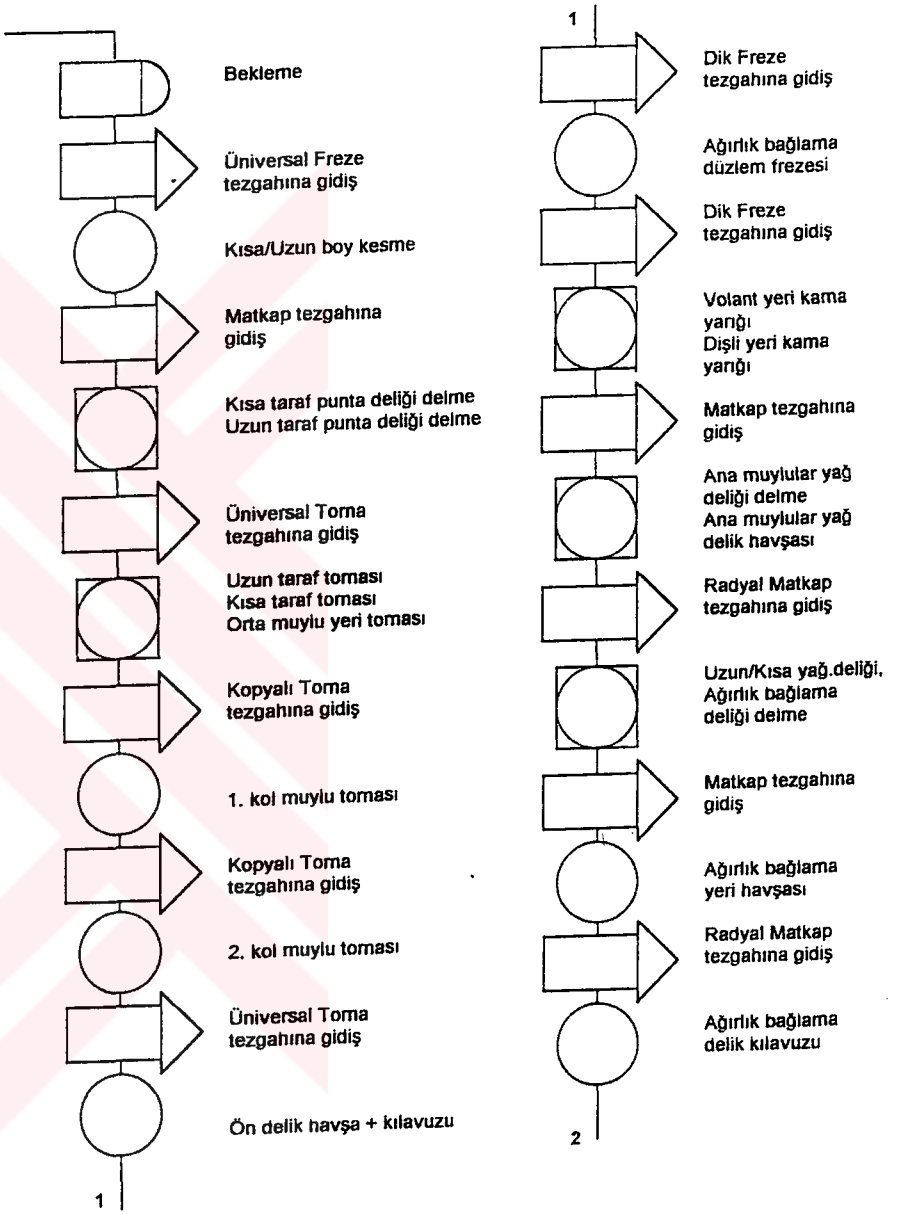
Parça No. 19 T.S.Krank Mili



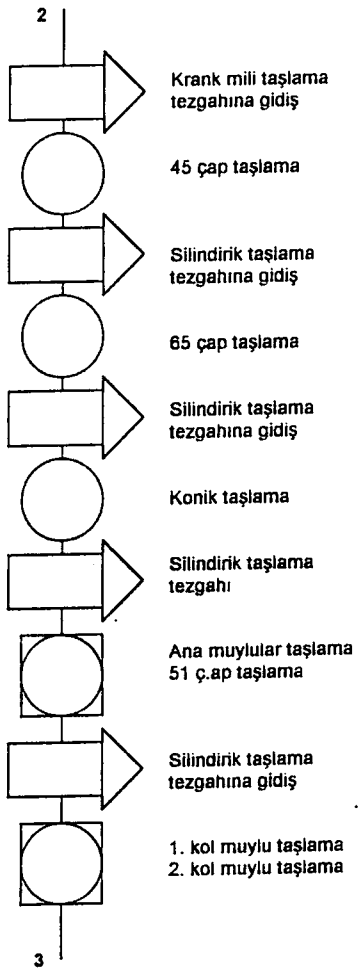
Parça No. 19 Devamı T.S.Krank Mili

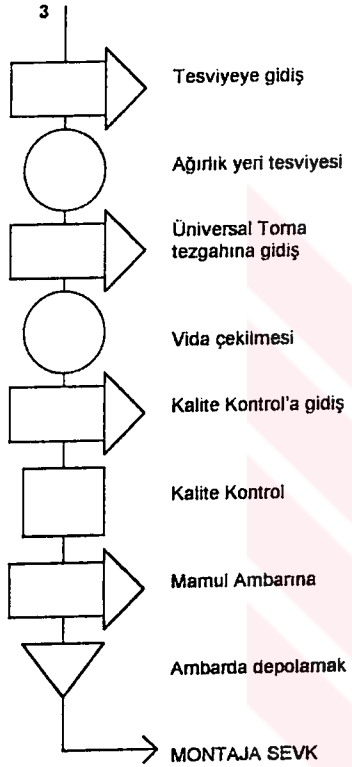


Parça No. 20 Ç.S.Krank Mili

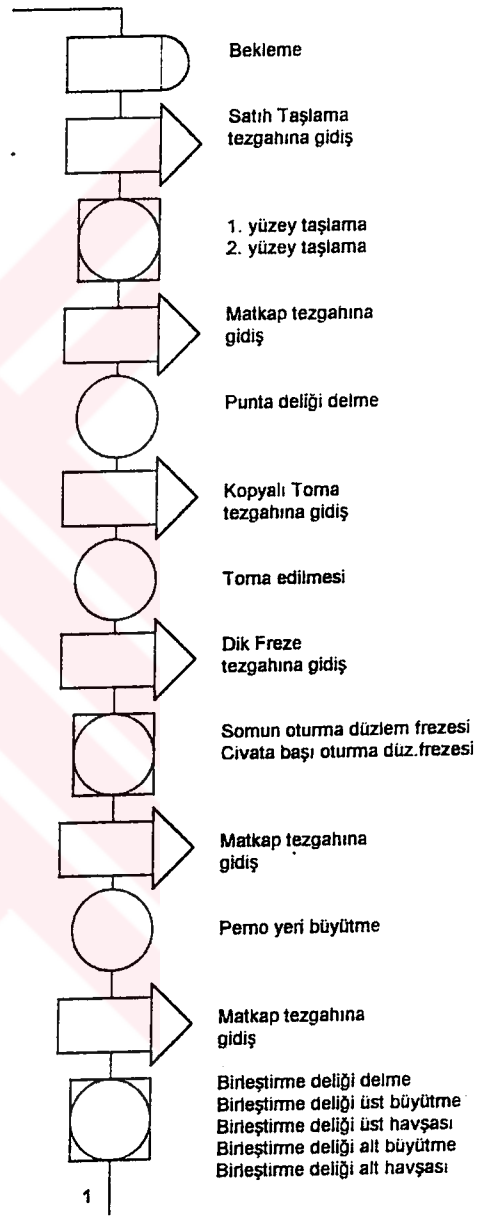


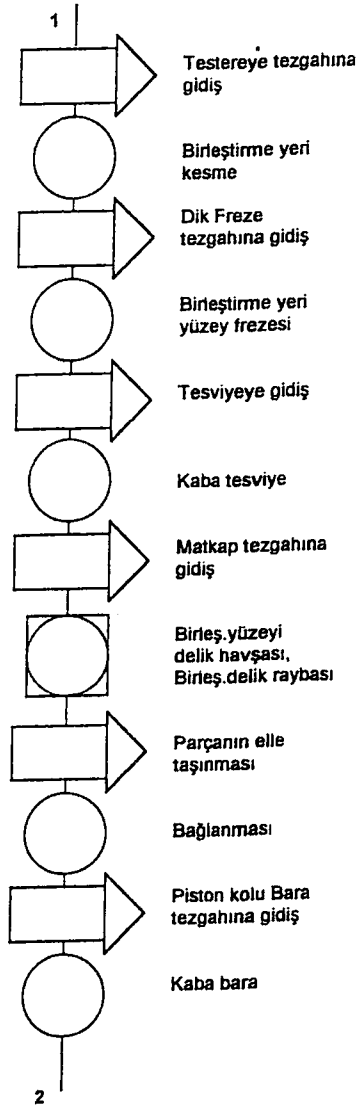
Parça No. 20 Devamı Ç.S.Krank Mili



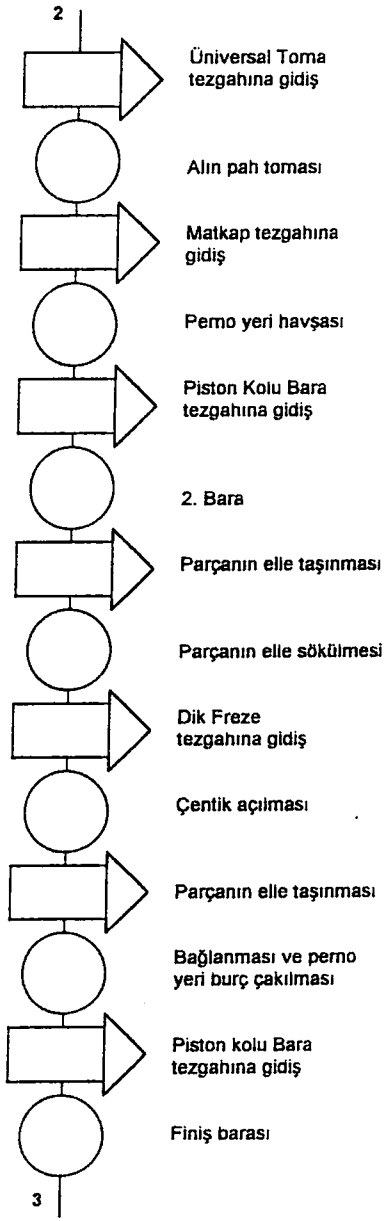


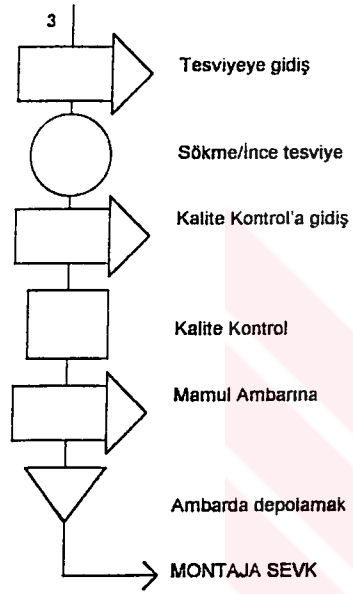
Parça No. 21 Piston Kolu



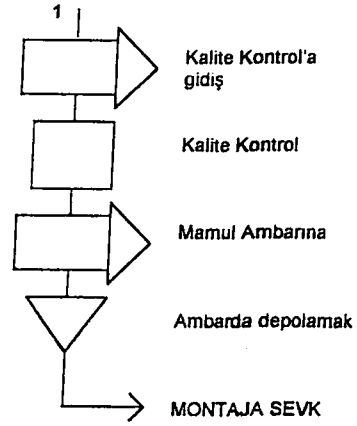


Parça No. 21 Devamı Piston Kolu

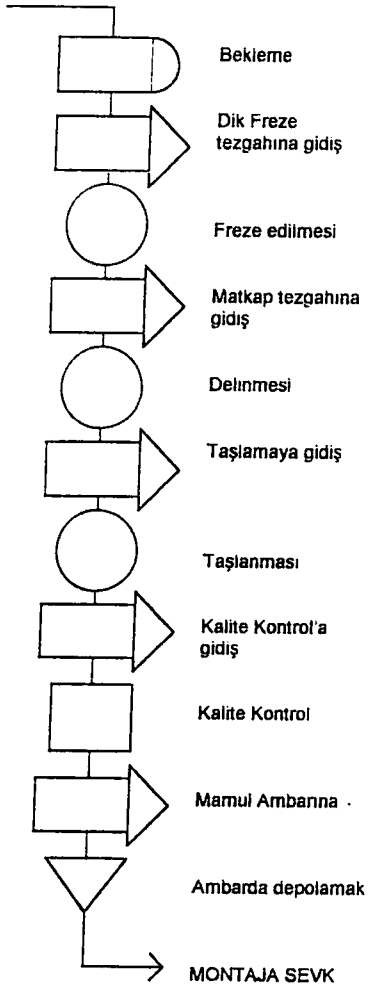




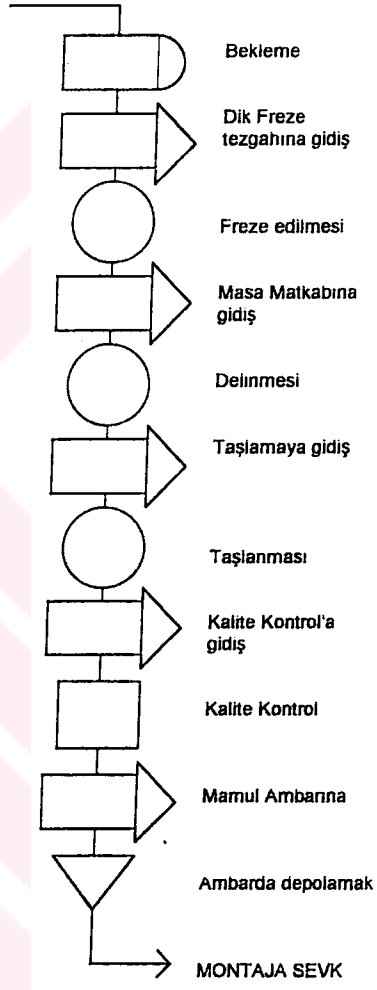
Parça No. 22 Arka Kapak



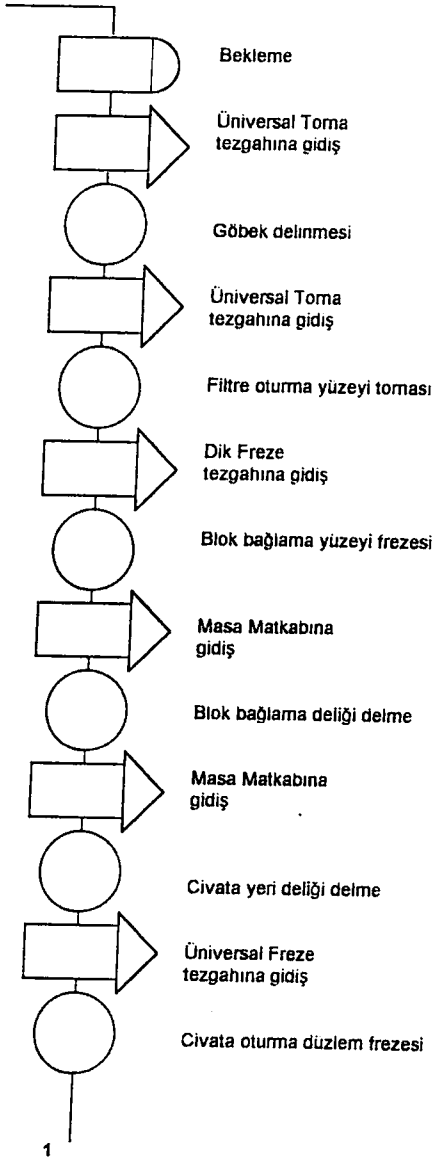
Parça No. 23 T.S. Ayak

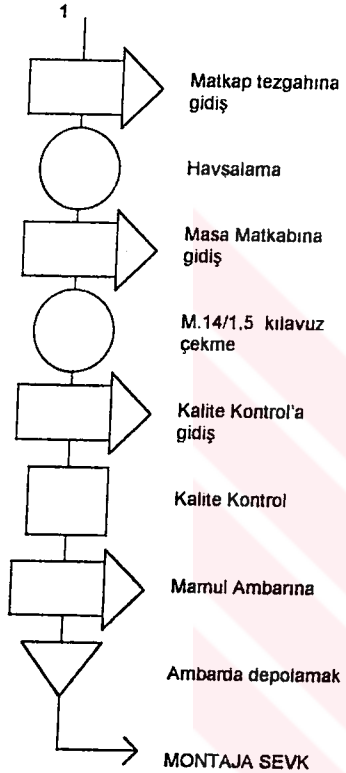


Parça No. 24 Ç.S. Ayak

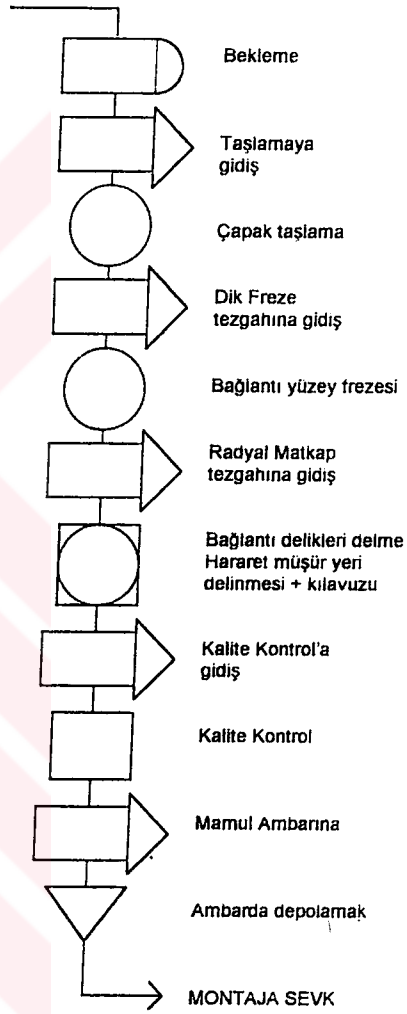


Parça No. 25 Yağ Filtre Konsolu

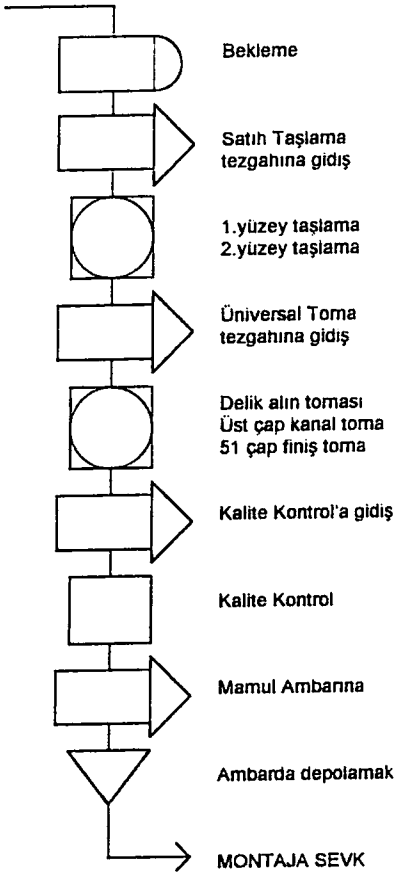




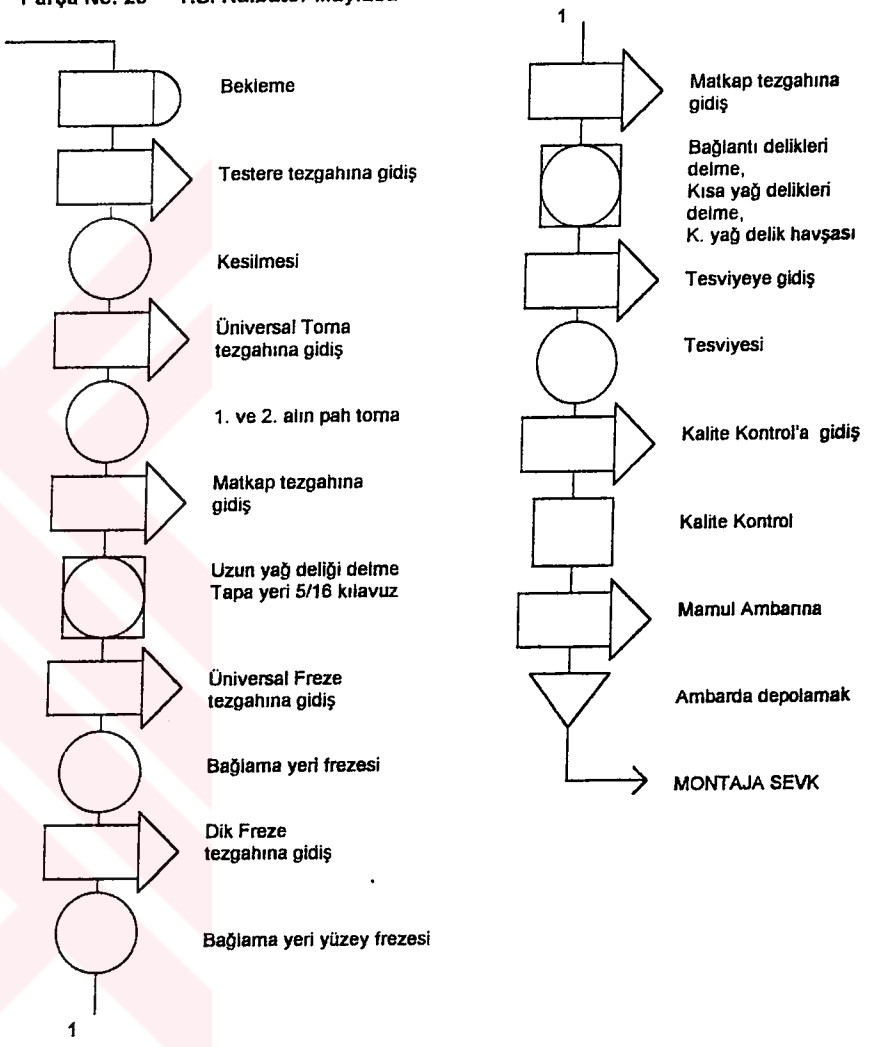
Parça No. 26 T.S. Su Çıkış Flanşı



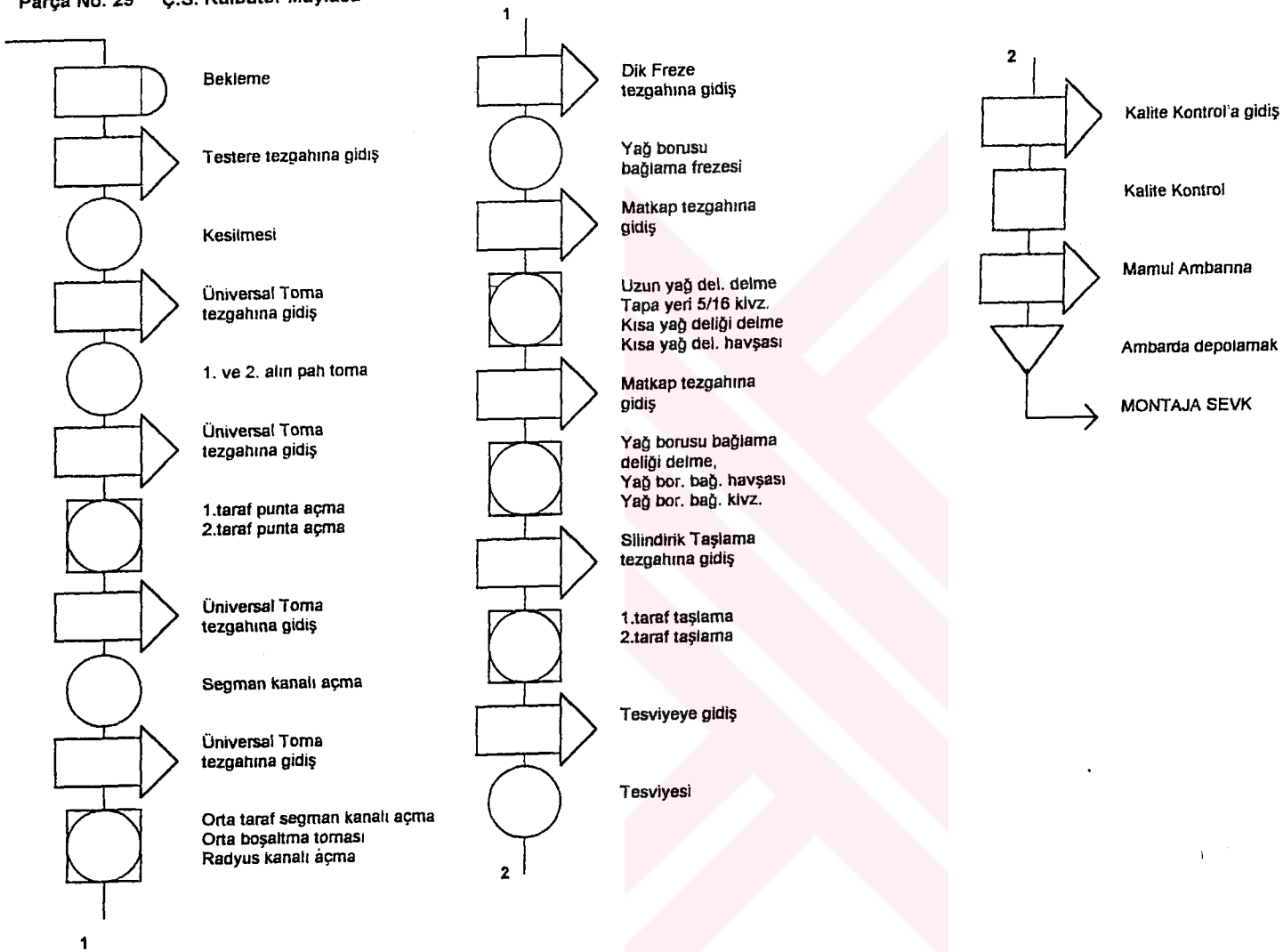
Parça No. 27 Krank Kasnağı - (FT)



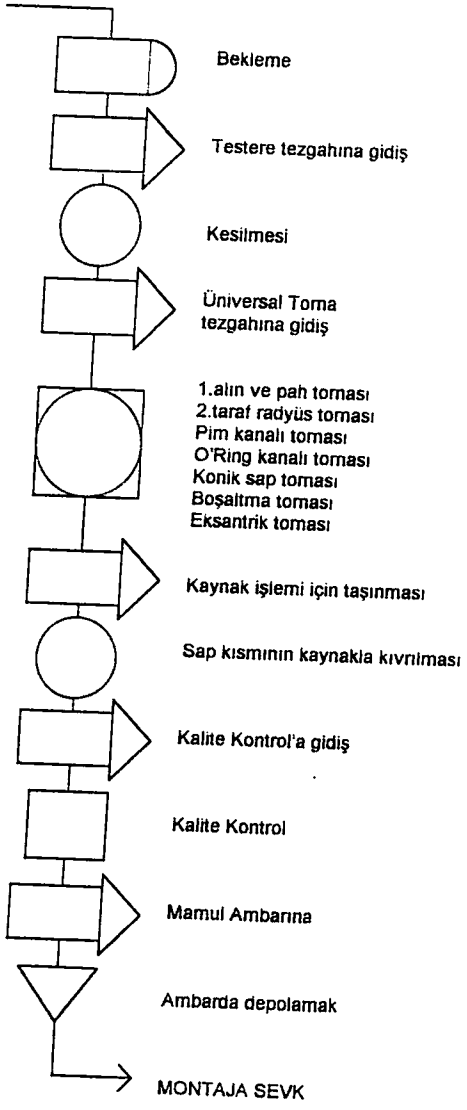
Parça No. 28 T.S. Külbütör Muylusu



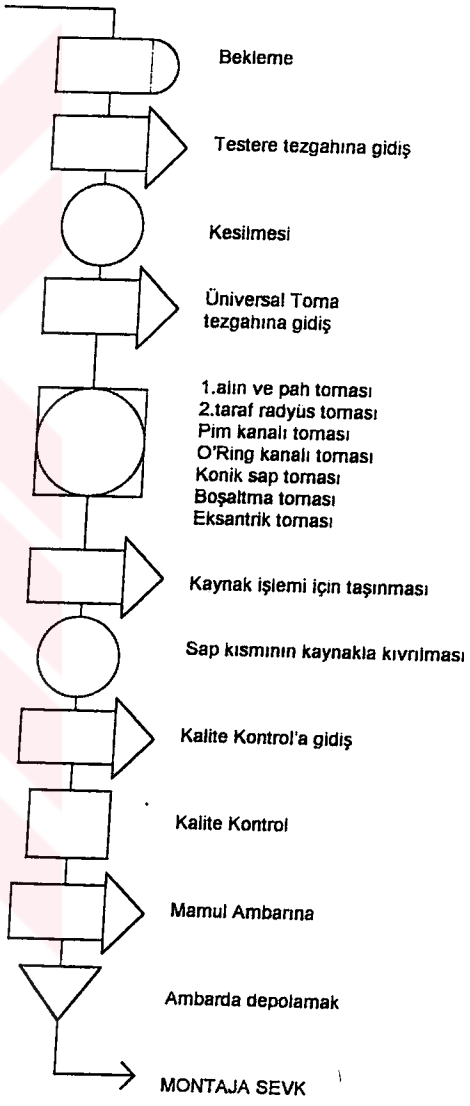
Parça No. 29 Ç.S. Külbütör Muylusu



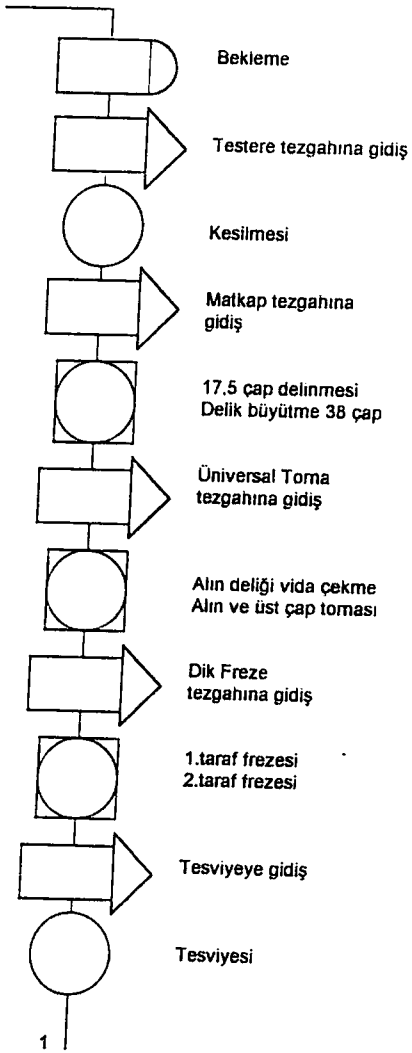
Parça No. 30 T.S. Dekompresyon Kolu-(YT)

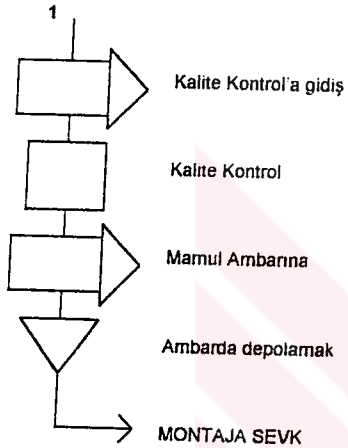


Parça No. 31 Ç.S. Dekompresyon Kolu-(YT)

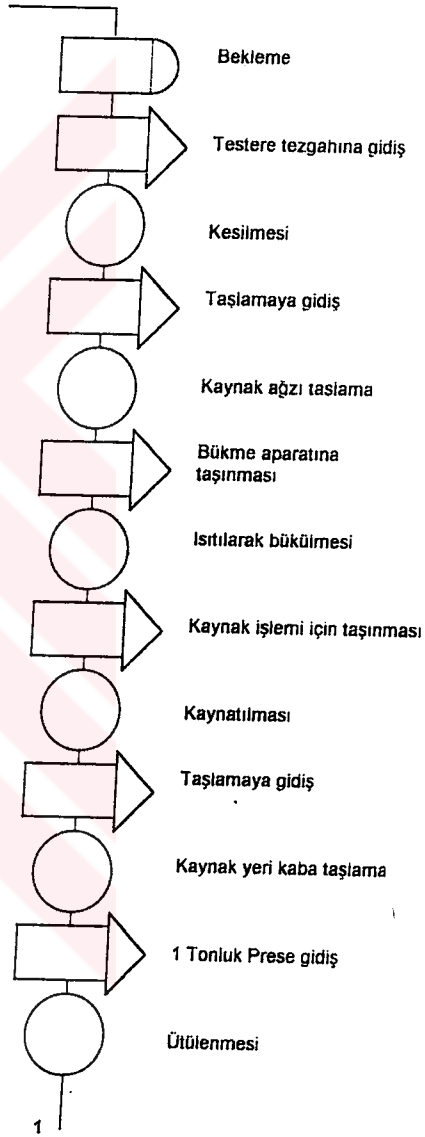


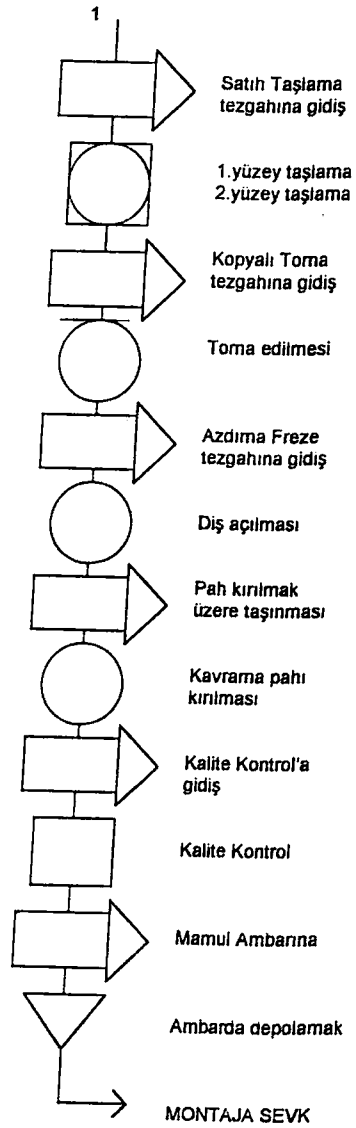
Parça No. 32 Volant Somunu



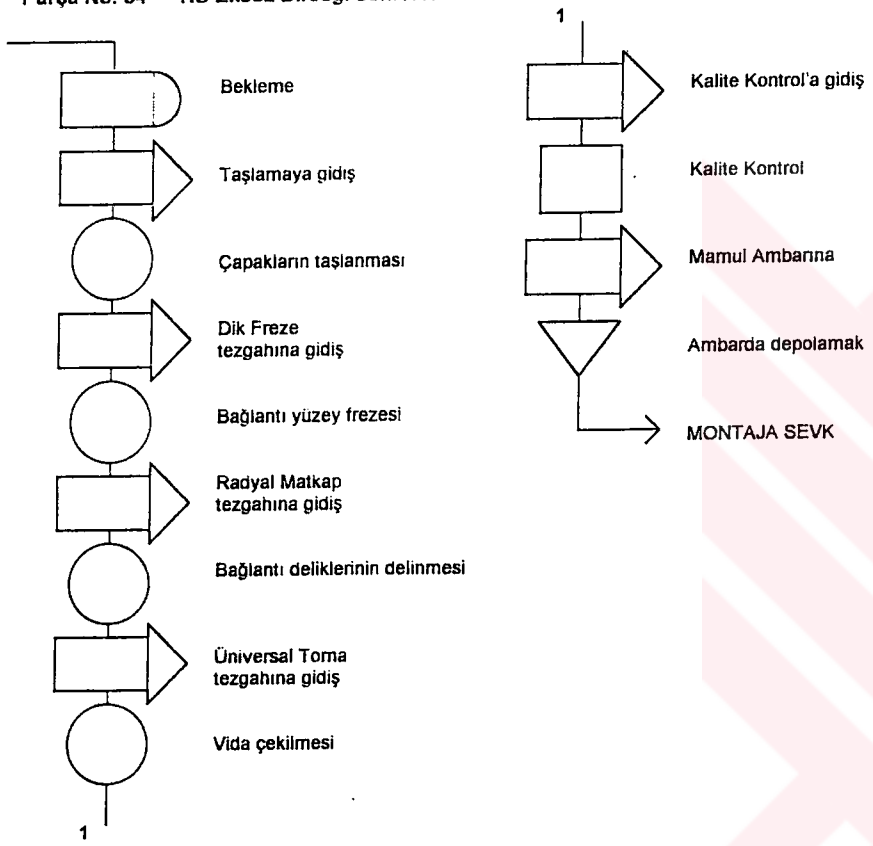


Parça No. 33 Volant Dişlisi (SAE-3)

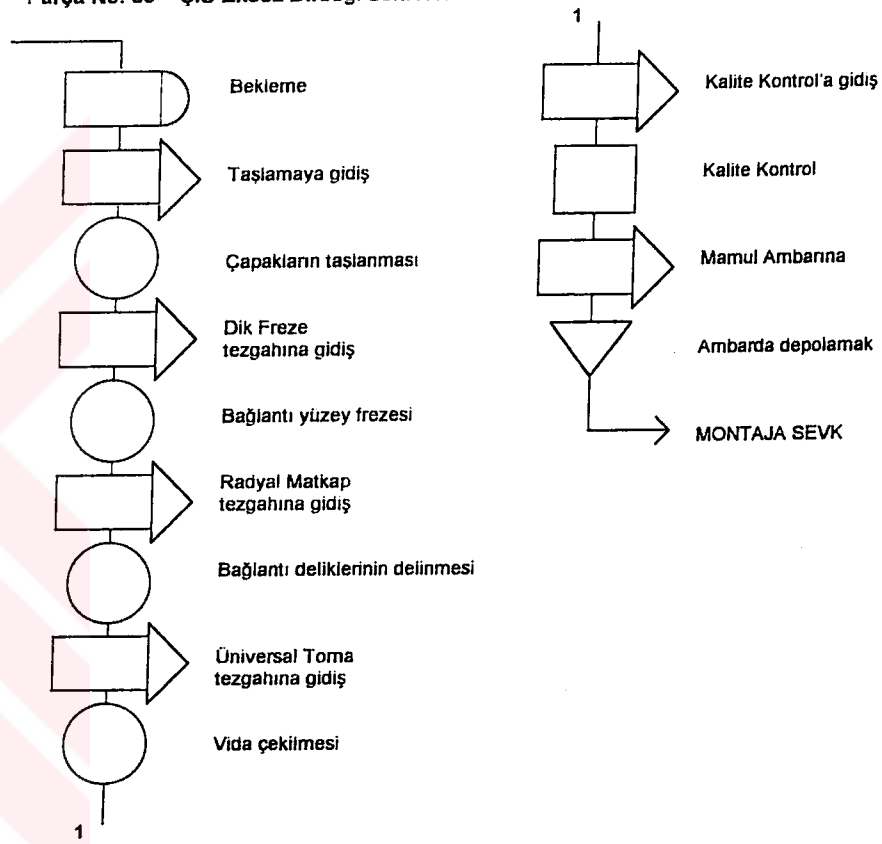




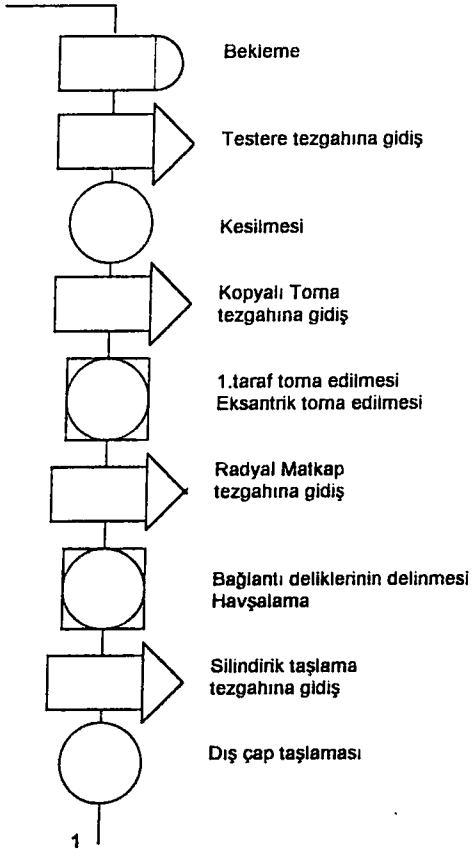
Parça No. 34 T.S Eksoz Dirseği-Jen.Y.T.

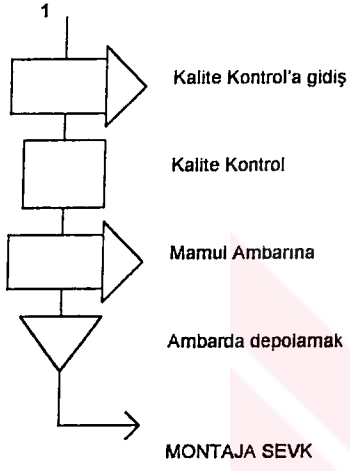


Parça No. 35 Ç.S Eksoz Dirseği-Jen.Y.T.

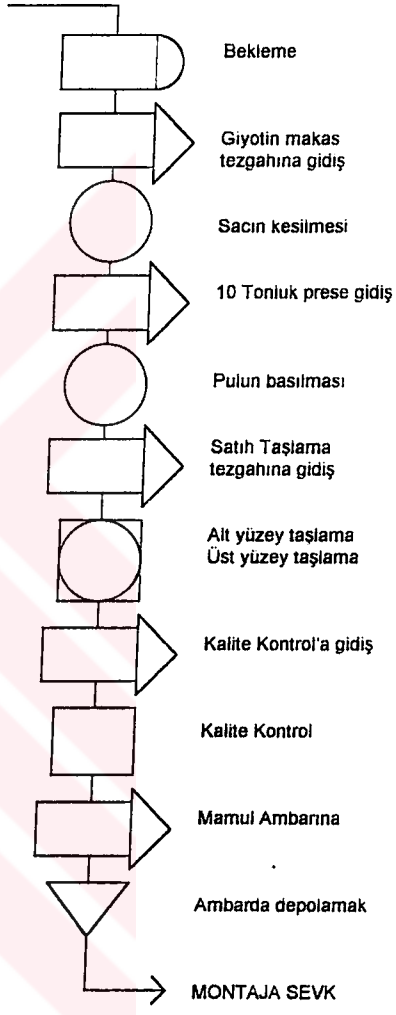


Parça No. 36 Mazot Otomatiği Eksantriği

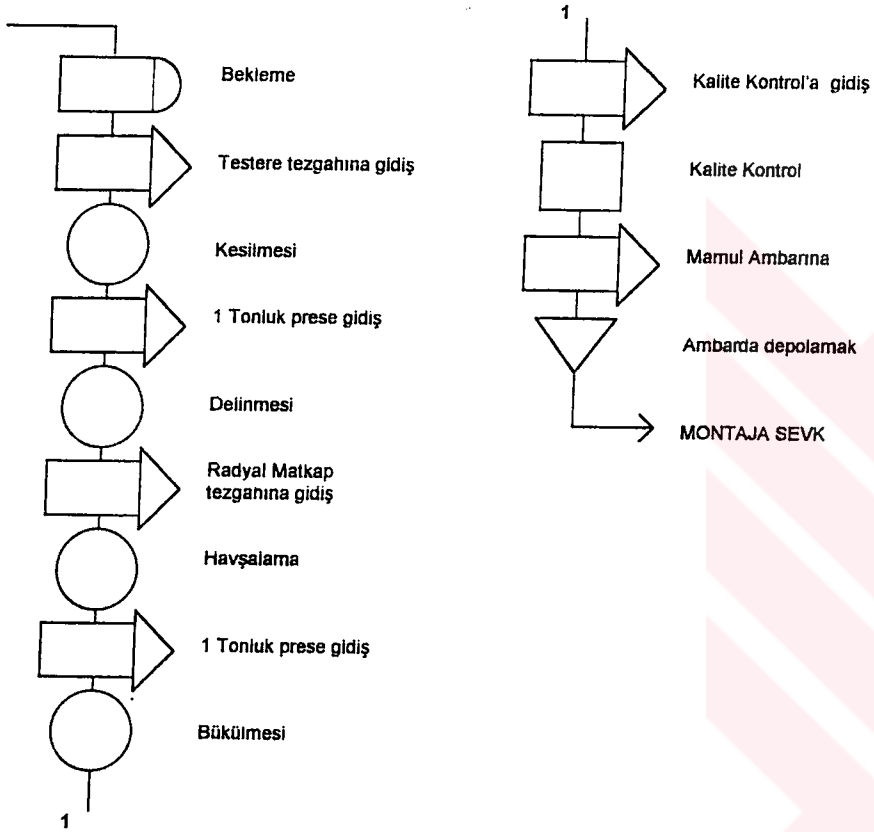




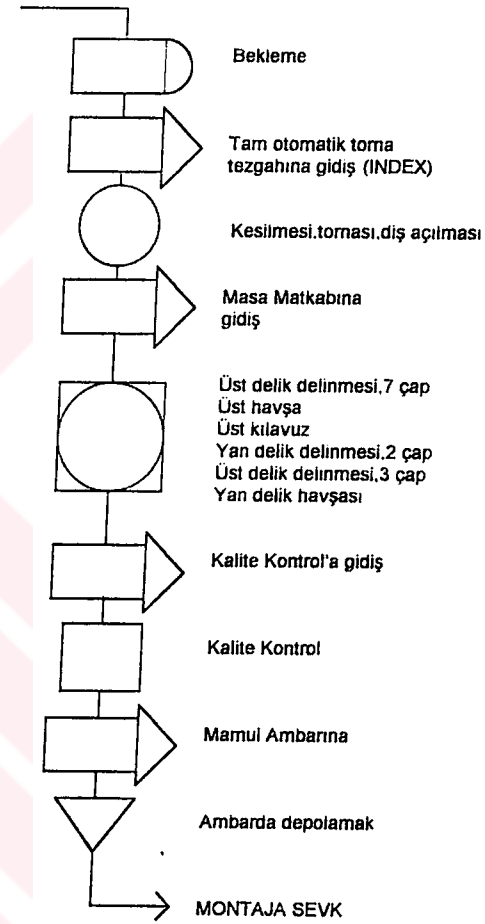
Parça No. 37 Üzeri Düz Pul-1/2



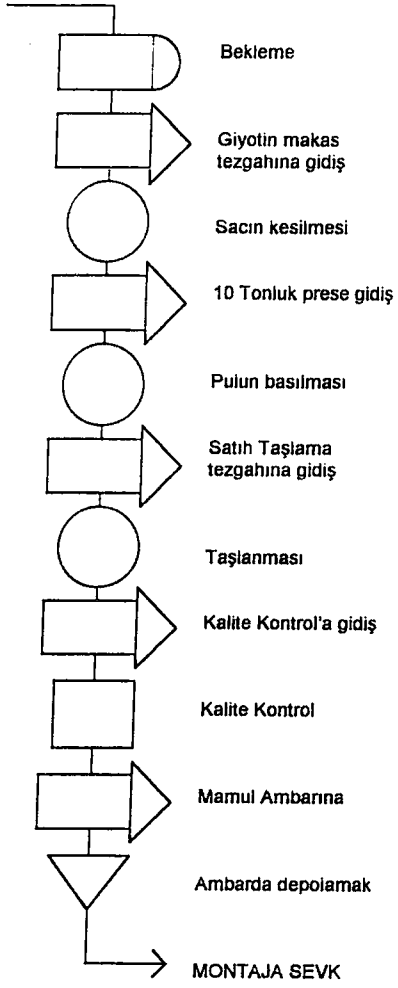
Parça No. 38 Kanca Laması



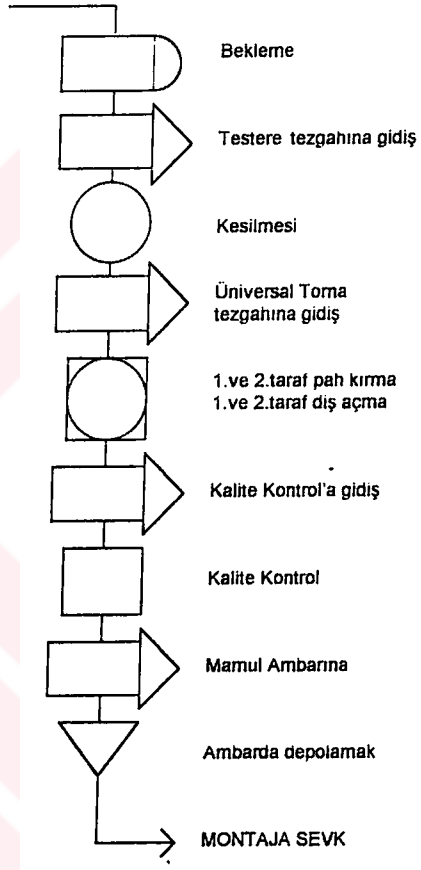
Parça No. 39 Külbütör Muylu Civatası



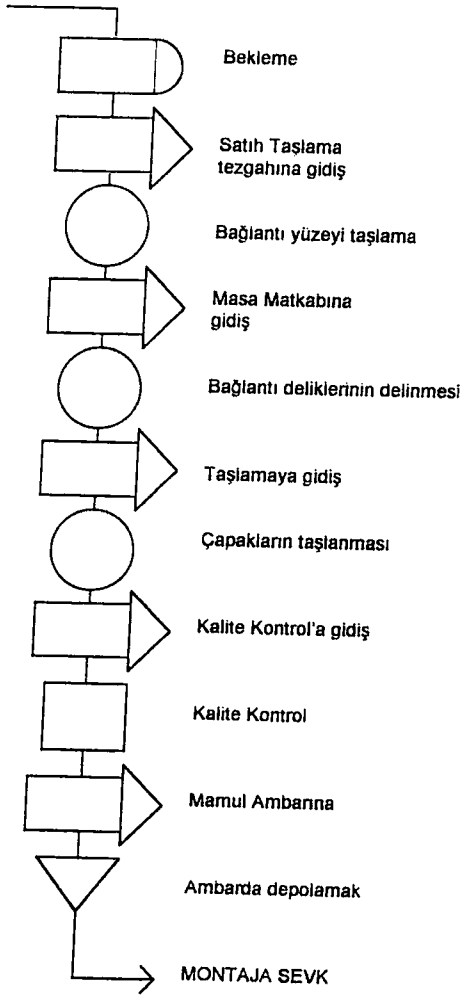
Parça No. 40 Özel Düz Pul-7/16"



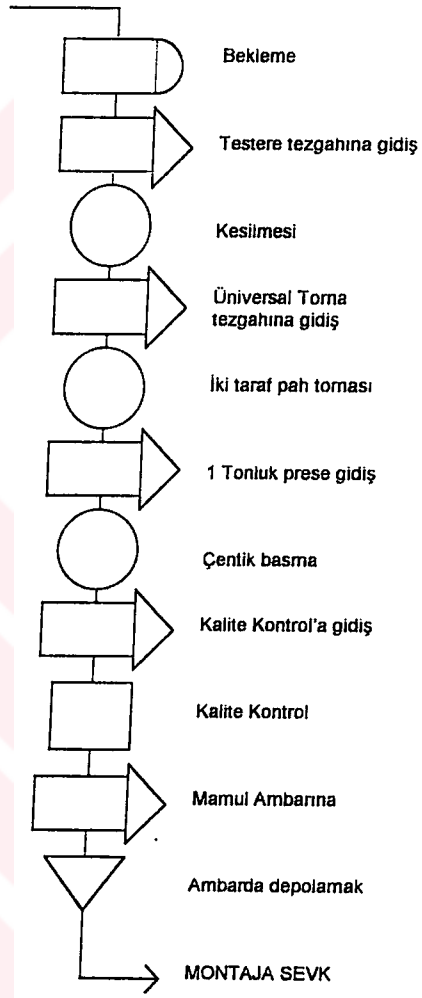
Parça No. 41 Saplama 3/4 NF-72



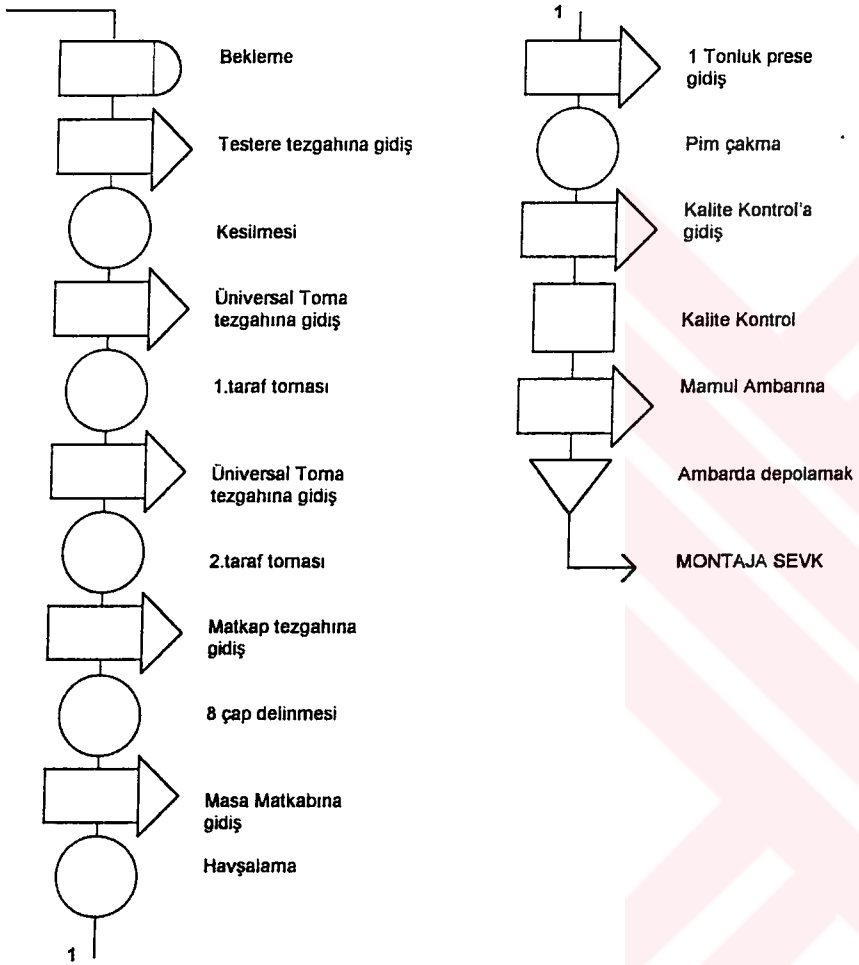
Parça No. 42 Ç.S. Kapakçık



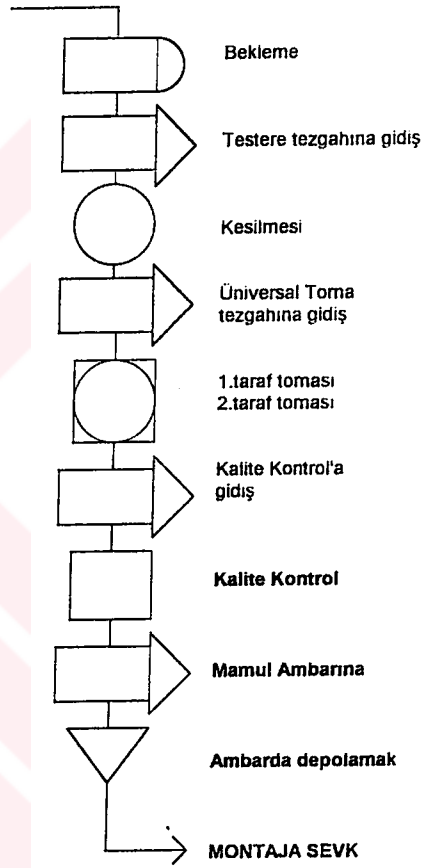
Parça No.43 İLK HAREKET KOLU-KOMPLE
Parça No. 43-a) İlk Hareket Kol Pimi



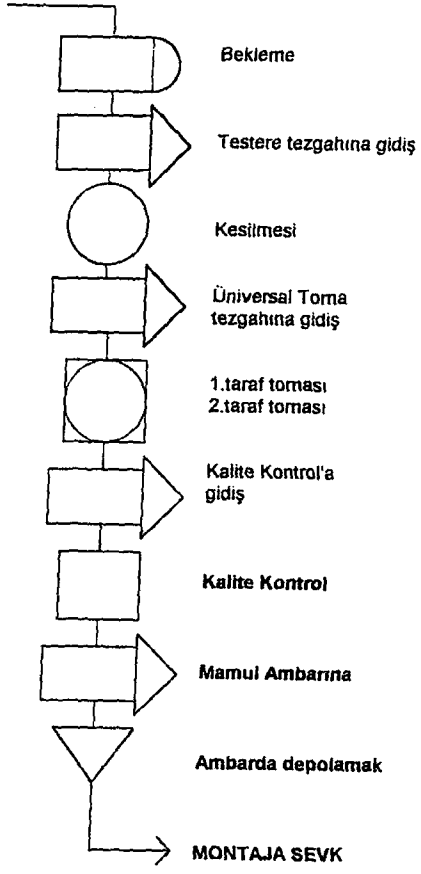
Parça No.43 ILK HAREKET KOLU-KOMPLE
Parça No. 43-b) İlk Hareket Kol Mili



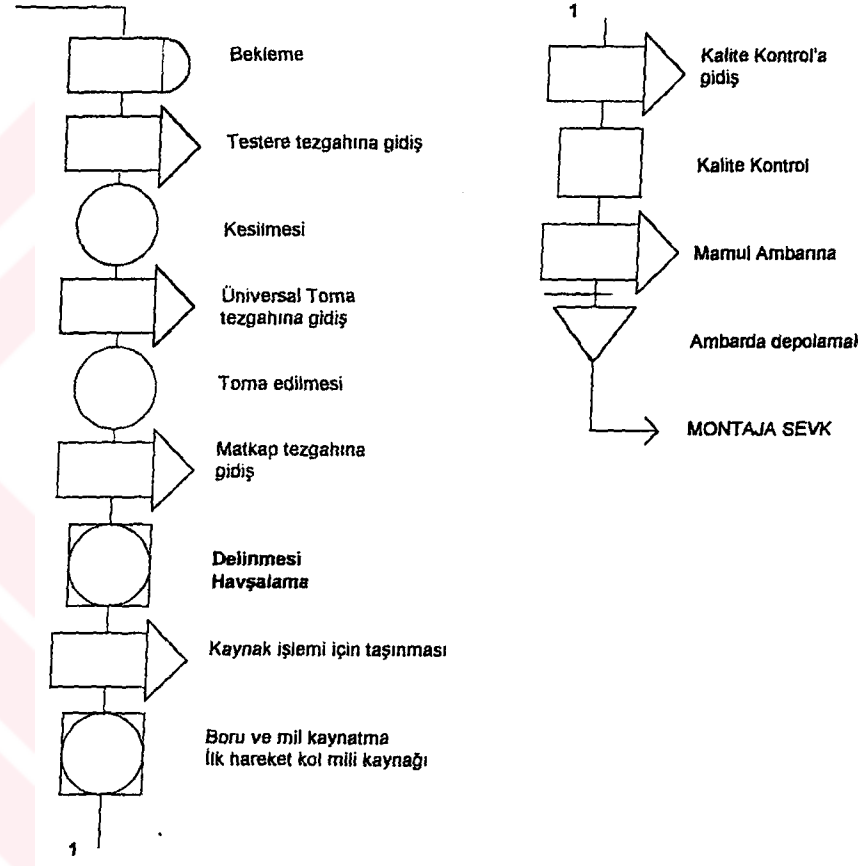
Parça No.43 ILK HAREKET KOLU-KOMPLE
Parça No. 43-c) İlk Hareket Kolu Çevirme Mili



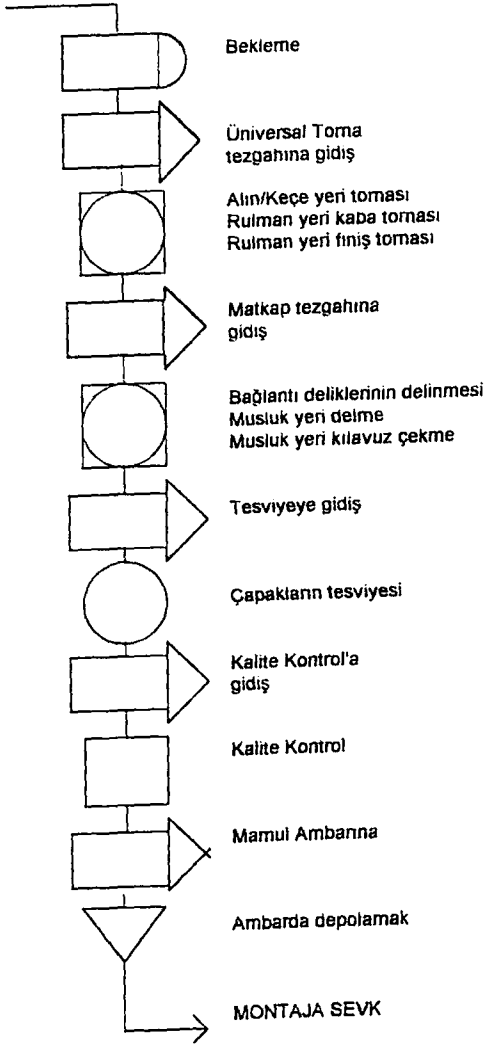
Parça No.43 İLK HAREKET KOLU-KOMPLE
Parça No. 43-d) İlk Hareket Kol Borusu



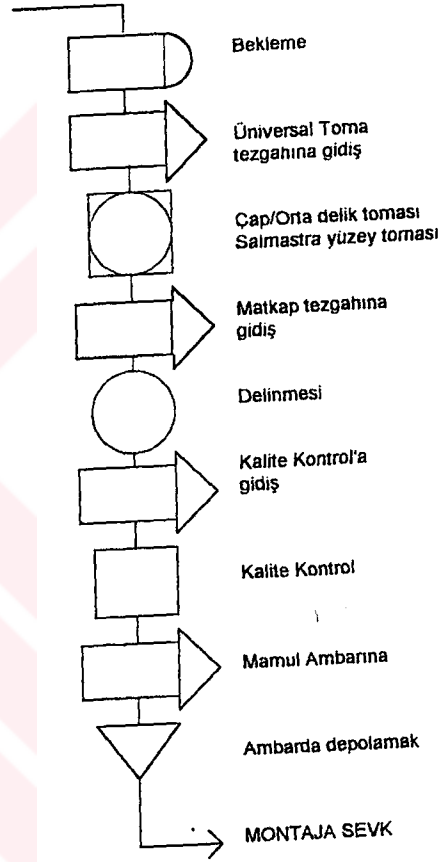
Parça No.43 İLK HAREKET KOLU-KOMPLE
Parça No. 43-e) İlk Hareket Kolu Laması



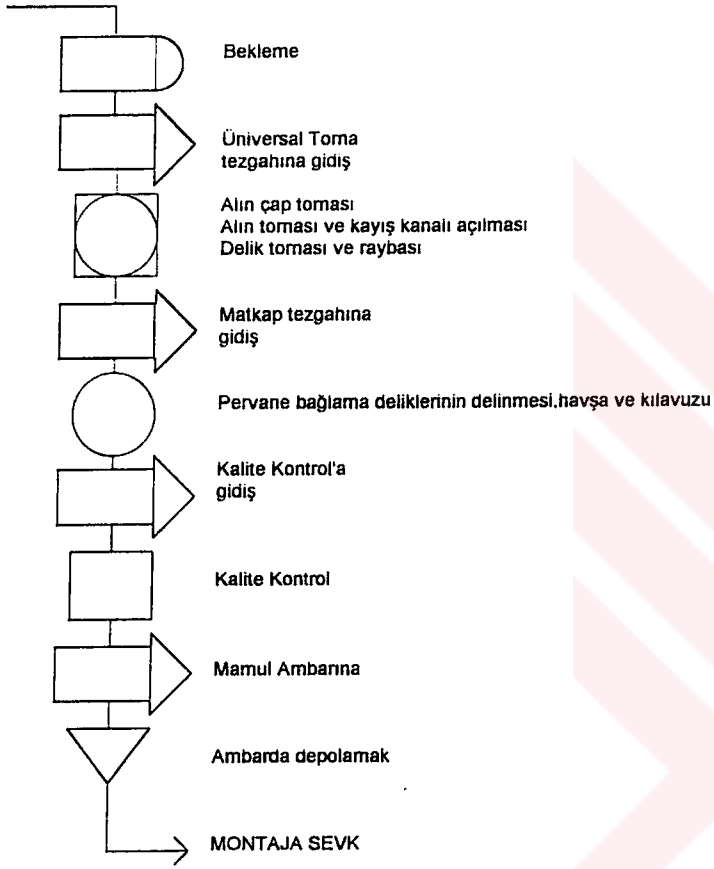
Parça No.44 D/D POMPASI-KOMPLE
Parça No. 44-a) D/D Pompa Gövdesi



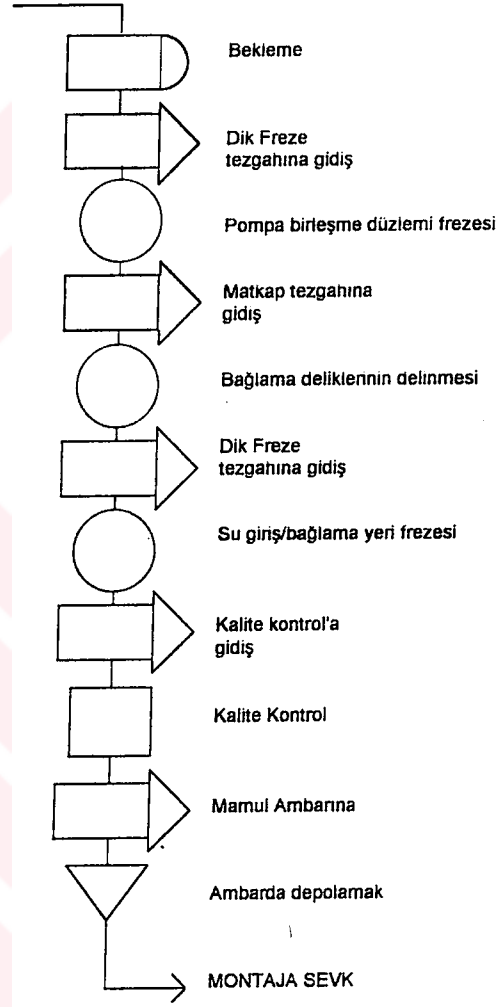
Parça No.44 D/D POMPASI-KOMPLE
Parça No. 44-b) Fan (D/D)



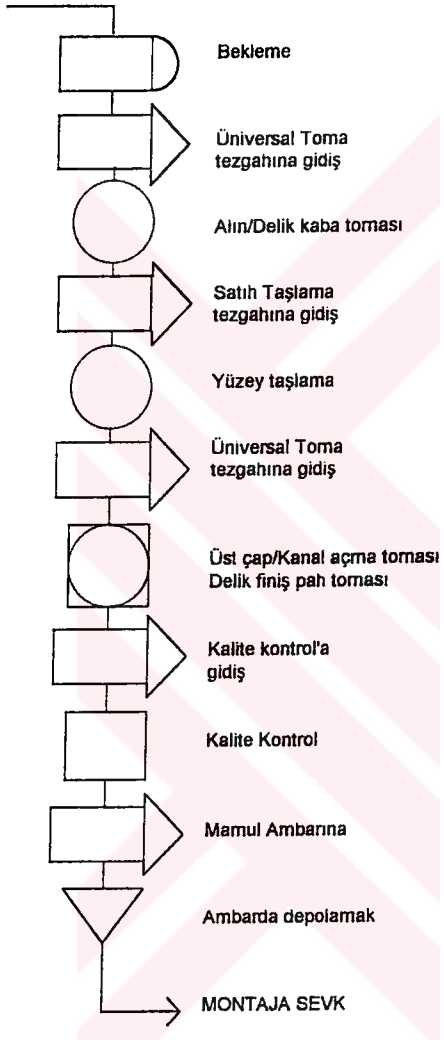
Parça No.44 D/D POMPASI-KOMPLE
Parça No. 44-c) D/D Pompa Kasnağı



Parça No.44 D/D POMPASI-KOMPLE
Parça No. 44-d) D/D Pompa Kapağı



Parça No.45 GERGİ KASNAĞI-KOMPLE
Parça No. 45-a) Gergi Kasnağı



MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi : Tek Silindirli Blok - 98/108 Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 1 & 2

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Arka ve ön yüzey frezeleme	Dik Freze	720	42,600	4,260
2	Kafa yan yüzey frezeleme	Dik Freze	420	24,850	2,485
3	Sol yan yüzey frezeleme	Üniversal Freze	360	21,300	2,130
4	Silindir Barası	Üniversal Freze	510	30,175	3,018
5	Krank eksenel barası	Blok krank-kam ekseni bara tez.	570	33,725	3,373
6	Kam arka yatak delme	Matkap tezgahı	150	8,875	0,888
7	Kam eksenel barası	Blok krank-kam ekseni bara tez.	450	26,625	2,663
8	İtici yeri delik raybası	Blok itici yeri bara tezgahı	375	22,188	2,219
9	M.pompa yeri yüzey frezesi	Üniversal Freze	270	15,975	1,598
10	M.pompa yeri barası	Üniversal Freze	330	19,525	1,953
11	Kapakçık düzlem frezesi	Üniversal Freze	195	11,538	1,154
12	Ön ve arka yüzey delik ve klvz.	Radyal Matkap	1410	83,425	8,343
13	Yan yüzey. delik ve kılavuzu	Radyal Matkap	1560	92,300	9,230
14	Perçin deliği delme	Radyal Matkap	90	5,325	0,533
15	M.pompa yeri tesviyesi	Muhtelif	390	23,075	2,308
16	Taşlama	Muhtelif	60	3,550	0,355
17	Su tapa yeri delme ve rayba	Radyal Matkap	180	10,650	1,065

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Çift Silindirli Blok - 98/108 Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 3 & 4

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Arka ve ön yüzey frezeleme	Dik Freze	840	49,700	4,970
2	Kafa yan yüzey frezeleme	Dik Freze	840	49,700	4,970
3	Sol yan yüzey frezeleme	Üniversal Freze	720	42,600	4,260
4	Silindir yeri barası	Üniversal Freze	960	56,800	5,680
5	Krank eksenel kaba barası	Blok krank-kam ekseni bara tez.	570	33,725	3,373
6	Krank eksenel finiş barası	Blok krank-kam ekseni bara tez.	600	35,500	3,550
7	Kam yatak yeri delme	Matkap tezgahı	150	8,875	0,888
8	Kam eksenel barası	Blok krank-kam ekseni bara tez.	420	24,850	2,485
9	M.pompa yeri alt/üst frezeleme	Üniversal Freze	315	18,638	1,864
10	Mazot pompa yeri barası	Üniversal Freze	315	18,638	1,864
11	Kapakçık yeri frezesi	Üniversal Freze	315	18,638	1,864
12	İtici yeri alt delik raybası	Blok itici yeri bara tezgahı	360	21,300	2,130
13	İtici yeri üst delik raybası	Blok itici yeri bara tezgahı	420	24,850	2,485
14	Ön ve arka yüzey delik ve klvz.	Radyal Matkap	1500	88,750	8,875
15	Yan yüzey delik ve kılavuzu	Radyal Matkap	3000	177,500	17,750
16	Perçin delikleri delme	Radyal Matkap	90	5,325	0,533
17	M.pompa yeri tesviyesi	Muhtelif	480	28,400	2,840
18	Taşlama	Muhtelif	300	17,750	1,775
19	Su tapa yeri delme ve rayba	Radyal Matkap	360	21,300	2,130

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Kam Dişlisi Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 5

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	1.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	10,625	1,063
2	2.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	10,625	1,063
3	Delik ve üst torna	Üniversal Torna	300	35,417	3,542
4	Diş açılması	Azdırma tezgahı	480	56,667	5,667
5	Kama kanalı açılması	Dik Planya	90	10,625	1,063
6	Tesviyesi	Elle	120	14,167	1,417

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Sol Yan Kapak - Delikli Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 6

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	60	3,550	0,355
2	Delinmesi	Masa Matkabı	75	4,438	0,444

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Sol Yan Kapak Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 7

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi frezesi	Dik Freze	255	15,088	1,509
2	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Masa Matkabı	300	17,750	1,775
3	Yağ seviye çubuk yeri delme	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
4	Yağ seviye çubuk yeri düzlemi	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
5	Yağ seviye çubuk yeri havşası	Matkap tezgahı	15	0,888	0,089
6	Yağ seviye çubuk yeri raybası	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
7	Taşlama	Muhtelif	15	0,888	0,089

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Sağ Yan Kapak Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 8

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi frezesi	Dik Freze	240	14,200	1,420
2	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Masa Matkabı	90	5,325	0,533
3	Yağ seviye çubuğu burç deliği	Matkap tezgahı	60	3,550	0,355
4	Yağ seviye çubuk yeri düzlemi	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
5	Yağ seviye çubuk yeri havşası	Matkap tezgahı	15	0,888	0,089
6	Yağ seviye çubuk yeri raybası	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
7	Taşlama	Muhtelif	15	0,888	0,089

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Sağ Yan Kapak - Delikli Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 9

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi frezesi	Dik Freze	240	14,200	1,420
2	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Masa Matkabı	150	8,875	0,888

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Üst Kapak Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 10

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	75	4,438	0,444
2	Üst yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	60	3,550	0,355
3	Bağlantı deliği delinmesi	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
4	Pim deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	30	1,775	0,178
5	Pim deliği havşası	Radyal Matkap	15	0,888	0,089
6	Dekompresyon kol yeri deliği delinmesi	Matkap tezgahı	120	7,100	0,710
7	Dekompresyon kol yeri havşası	Matkap tezgahı	15	0,888	0,089
8	Dekompresyon kol yeri raybası	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
9	Yağ kapak yeri deliği delinmesi	Radyal Matkap	135	7,988	0,799
10	Yağ kapak yeri havşası	Radyal Matkap	15	0,888	0,089
11	Yağ kapak yeri kılavuzu	Radyal Matkap	30	1,775	0,178
12	Lastik kanalı açma	Üniversal Freze	120	7,100	0,710
13	Taşlama	Muhtelif	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Üst Kapak Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 11

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	5,325	0,533
2	Üst yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	60	3,550	0,355
3	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	90	5,325	0,533
4	Pim deliği işaret/delme	Radyal Matkap	60	3,550	0,355
5	Pim deliği patlatma	Radyal Matkap	15	0,888	0,089
6	Pim deliği havşası	Radyal Matkap	30	1,775	0,178
7	Dekompresyon kol yeri deliği delinmesi	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
8	Dekompresyon kol yeri havşası	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
9	Dekompresyon kol yeri raybası	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
10	Yağ kapak yeri deliği delinmesi	Radyal Matkap	135	7,988	0,799
11	Yağ kapak yeri havşası	Radyal Matkap	15	0,888	0,089
12	Yağ kapak yeri kılavuzu	Radyal Matkap	30	1,775	0,178
13	Taşlama	Muhtelif	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1					
MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ					
Parça İsmi Ön Kapak - Alt.Dep.Jnr. Parça No. : 12			Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay		
Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	1.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	180	10,650	1,065
2	2.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	120	7,100	0,710
3	Keçe yeri barası	Dik Freze	120	7,100	0,710
4	Bağlantı delikleri delme	Masa Matkabı	240	14,200	1,420
5	Regülatör yay yüzey frezesi	Dik Freze	120	7,100	0,710
6	İç deliklerin delinmesi	Masa Matkabı	180	10,650	1,065
7	Havşalama	Masa Matkabı	60	3,550	0,355
8	3/4 + 1/4 kılavuz çekme	Matkap tezgahı	120	7,100	0,710
9	Stop kolu yeri pim deliği delinmesi	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
10	Stop kolu yeri o10 delinmesi	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
11	Stop kolu yeri raybası	Radyal Matkap	60	3,550	0,355
12	Mazot otomatiği bağlama yeri frezesi	Üniversal Freze	120	7,100	0,710
13	Mazot otomatiği bağlama yeri delme	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
14	Mazot otomatiği bağlama yeri kılavuzu	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
15	Çapakların tesviyesi	Muhtelif	120	7,100	0,710

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ön Kapak - 1u.+7k. Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 13

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kaba taşlama	Muhtelif	60	3,550	0,355
2	1.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	180	10,650	1,065
3	2.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	180	10,650	1,065
4	Keçe yeri barası	Dik Freze	420	24,850	2,485
5	Bağlantı delikleri delme	Radyal Matkap	330	19,525	1,953
6	Regülatör yay yüzeyi frezesi	Dik Freze	150	8,875	0,888
7	Stop kolu yeri pim deliği delinmesi	Radyal Matkap	120	7,100	0,710
8	Stop kolu yeri delinmesi	Radyal Matkap	180	10,650	1,065
9	Stop kolu yeri raybası	Radyal Matkap	75	4,438	0,444
10	Regülatör yayı bağlama deliği delinmesi	Radyal Matkap	60	3,550	0,355
11	Regülatör yay yeri havşası + kılavuzu	Radyal Matkap	90	5,325	0,533
12	İlk hareket düğmesi yeri delik + kılavuzu	Radyal Matkap	150	8,875	0,888
13	Gaz düğme yeri delik + kılavuzu	Radyal Matkap	150	8,875	0,888

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Volant - Marşlı (SAE3) Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 14

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Torna edilmesi	Volant Tornası	2400	283,333	28,333
2	Kaplin yeri tornası	Volant Tornası	480	56,667	5,667
3	Kama yarığı açılması	Broş tezgahı	240	28,333	2,833
4	Kaplin bağlama yeri delinmesi	Radyal Matkap	600	70,833	7,083
5	Dengelenmesi	Dengeleme tez.	480	56,667	5,667
6	İşaret vurulması	Elle	120	14,167	1,417

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Volant Muhafaza - Marşlı (SAE3) Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 15

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Arka kapak yeri tornası	Üniversal Torna	1320	155,833	15,583
2	Keçe/Bağlama yeri tornası	Üniversal Torna	1140	134,583	13,458
3	Marş motoru yeri frezesi	Dik Freze	210	24,792	2,479
4	Marş motoru yeri barası	Dik Freze	240	28,333	2,833
5	Arka kapak bağlantı deliği delinmesi	Radyal Matkap	480	56,667	5,667
6	Keçe yağ deliği delinmesi	Radyal Matkap	90	10,625	1,063
7	Uzun yağ deliği delinmesi	Radyal Matkap	270	31,875	3,188
8	Kam yatak yeri yağ deliği delinmesi	Radyal Matkap	180	21,250	2,125
9	Muhafaza bağlama yeri delik + kılavuzu	Radyal Matkap	480	56,667	5,667
10	Filtre bağlama yeri delik + kılavuzu	Radyal Matkap	330	38,958	3,896
11	Perçin deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	30	3,542	0,354
12	Uzun yağ deliği tapa kılavuzu	Radyal Matkap	390	46,042	4,604
13	Taşlanması	Muhtelif	120	14,167	1,417

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kurtağzı Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 16

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Sırt tornalama	Üniversal Torna	2400	283,333	28,333
2	Üst alın delik + kılavuz	Üniversal Torna	480	56,667	5,667
3	20-25 delik finiş torna	Üniversal Torna	240	28,333	2,833
4	Tırnak yerlerinin eğelenmesi	Elle	600	70,833	7,083
5	Çapakların tesviyesi	Elle	180	21,250	2,125

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Krank Dişlisi — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay

Parça No. : 17

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	300	35,417	3,542
2	17,5 çap delinmesi	Matkap tezgahı	75	8,854	0,885
3	40 çap delinmesi	Matkap tezgahı	150	17,708	1,771
4	Delik kaba tornası	Kopyalı Torna	135	15,938	1,594
5	Alın delik pah tornası	Kopyalı Torna	210	24,792	2,479
6	Yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	75	8,854	0,885
7	Üst çap tornası	Kopyalı Torna	135	15,938	1,594
8	Diş açılması	Azdırma tezgahı	540	63,750	6,375
9	Kama yarığı açılması	Dik Planya	105	12,396	1,240
10	Tesviyesi	Elle	90	10,625	1,063

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Krank Ön Burcu — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay

Parça No. : 18

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	180	21,250	2,125
2	17,5 çap delinmesi	Matkap tezgahı	150	17,708	1,771
3	40 çap delinmesi	Matkap tezgahı	225	26,563	2,656
4	Delik kaba tornası	Kopyalı Torna	165	19,479	1,948
5	Alın delik kaba tornası	Kopyalı Torna	210	24,792	2,479
6	Boy kesme boşaltma	Kopyalı Torna	165	19,479	1,948
7	Delik finiş tornası	Kopyalı Torna	105	12,396	1,240
8	Üst çap tornası	Kopyalı Torna	120	14,167	1,417
9	Taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	165	19,479	1,948

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Krank Mili — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay

Parça No. : 19

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kısa/Uzun boy kesme	Üniversal Freze	270	15,975	1,598
2	Kısa taraf punta deliği delme	Matkap tezgahı	45	2,663	0,266
3	Uzun taraf punta deliği delme	Matkap tezgahı	45	2,663	0,266
4	Uzun taraf tornası	Üniversal Torna	180	10,650	1,065
5	Kısa taraf tornası	Üniversal Torna	180	10,650	1,065
6	Ön taraf delik+havşa+kılavuzu	Üniversal Torna	225	13,313	1,331
7	Kol muylu tornası	Üniversal Torna	225	13,313	1,331
8	Ağırlık bağlama düzlem frezesi	Dik Freze	180	10,650	1,065
9	Volant yeri kama yarığı	Dik Freze	90	5,325	0,533
10	Dişli yeri kama yarığı	Dik Freze	78	4,615	0,462
11	Ana muylular yağ deliği delme	Radyal Matkap	300	17,750	1,775
12	Ana muylular yağ delik havşası	Radyal Matkap	105	6,213	0,621
13	Uzun yağ deliği delme	Radyal Matkap	300	17,750	1,775
14	Ağırlık bağlama deliği delme	Radyal Matkap	150	8,875	0,888
15	Ağırlık bağlama yeri havşası	Radyal Matkap	135	7,988	0,799
16	Ağırlık bağlama yeri kılavuzu	Radyal Matkap	225	13,313	1,331
17	65 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	90	5,325	0,533
18	45 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	120	7,100	0,710
19	Konik taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	150	8,875	0,888
20	Ana muylular taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	285	16,863	1,686
21	51 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	165	9,763	0,976
22	Kol muylu taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	420	24,850	2,485
23	Vida çekilmesi	Üniversal Torna	240	14,200	1,420

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Krank Mili Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 20

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kısa/Uzun boy kesme	Üniversal Freze	300	17,750	1,775
2	Kısa taraf punta deliği delme	Matkap tezgahı	120	7,100	0,710
3	Uzun taraf punta deliği delme	Matkap tezgahı	120	7,100	0,710
4	Uzun taraf tornası	Üniversal Torna	150	8,875	0,888
5	Kısa taraf tornası	Üniversal Torna	120	7,100	0,710
6	Orta muylu yeri tornası	Üniversal Torna	150	8,875	0,888
7	1.Kol muylu tornası	Kopyalı Torna	240	14,200	1,420
8	2.Kol muylu tornası	Kopyalı Torna	270	15,975	1,598
9	Ön delik havşa + kılavuzu	Üniversal Torna	180	10,650	1,065
10	Ağırlık bağlama düzlem frezesi	Dik Freze	225	13,313	1,331
11	Volant yeri kama yarığı	Dik Freze	135	7,988	0,799
12	Dişli yeri kama yarığı	Dik Freze	105	6,213	0,621
13	Ana muylular yağ deliği delme	Matkap tezgahı	780	46,150	4,615
14	Ana muylular yağ delik havşası	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
15	Uzun/Kısa yağ deliği delme	Radyal Matkap	690	40,825	4,083
16	Ağırlık bağlama deliği delme	Radyal Matkap	420	24,850	2,485
17	Ağırlık bağlama yeri havşası	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
18	Ağırlık bağlama delik kılavuzu	Radyal Matkap	240	14,200	1,420
19	45 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	165	9,763	0,976
20	65 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	150	8,875	0,888
21	Konik taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	180	10,650	1,065
22	Ana muylular taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	330	19,525	1,953
23	51 çap taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	180	10,650	1,065
24	Orta muylu taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	300	17,750	1,775
25	1.Kol muylu taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	300	17,750	1,775
26	2.Kol muylu taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	240	14,200	1,420
27	Ağırlık yeri tesviyesi	Muhtelif	120	7,100	0,710
28	Vida çekilmesi	Üniversal Torna	135	7,988	0,799

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Piston Kolu
Parça No. : 21

Üretilecek Miktar : 638 Adet/Ay

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	1.Yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	15,950	1,595
2	2.Yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	15,950	1,595
3	Punta deliği delme	Matkap tezgahı	45	7,975	0,798
4	Torna edilmesi	Kopyalı Torna	180	31,900	3,190
5	Somun oturma düzlem frezesi	Dik Freze	90	15,950	1,595
6	Civata başı oturma düz. frezesi	Dik Freze	90	15,950	1,595
7	Perno yeri büyütme	Matkap tezgahı	120	21,267	2,127
8	Birleştirme deliği delme	Matkap tezgahı	330	58,483	5,848
9	Birleştirme deliği üst büyütme	Matkap tezgahı	90	15,950	1,595
10	Birleştirme deliği üst havşası	Matkap tezgahı	45	7,975	0,798
11	Birleştirme deliği alt büyütme	Matkap tezgahı	90	15,950	1,595
12	Birleştirme deliği alt havşası	Matkap tezgahı	45	7,975	0,798
13	Birleştirme yeri kesme	Testere tezgahı	225	39,875	3,988
14	Birleştirme yeri yüzey frezesi	Dik Freze	105	18,608	1,861
15	Kaba tesviye	Elle	330	58,483	5,848
16	Birleş. yüzeyi delik havşası	Matkap tezgahı	60	10,633	1,063
17	Birleştirme delik raybası	Matkap tezgahı	135	23,925	2,393
18	Bağlama	Elle	240	42,533	4,253
19	Kaba bara	Piston Kolu bara tezgahı	330	58,483	5,848
20	Alın pah tornası	Üniversal Torna	135	23,925	2,393
21	Perno yeri havşası	Matkap tezgahı	30	5,317	0,532
22	2.Bara	Piston Kolu bara tezgahı	210	37,217	3,722
23	Sökülmesi	Elle	60	10,633	1,063
24	Çentik açılması	Dik Freze	45	7,975	0,798
25	Bağlama	Elle	255	45,192	4,519
26	Perno yeri burç çakma	Elle	30	5,317	0,532
27	Finiş barası	Piston Kolu bara tezgahı	270	47,850	4,785
28	Sökme/İnce tesviye	Elle	405	71,775	7,178

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Arka Kapak — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 22

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Keçe yeri kaba torna	Üniversal Torna	90	10,625	1,063
2	200 yatak yeri finiş	Üniversal Torna	840	99,167	9,917
3	90 yatak yeri finiş	Üniversal Torna	120	14,167	1,417
4	Bağlama delikleri delme	Radyal Matkap	195	23,021	2,302
5	Bağlama delikleri havşası	Radyal Matkap	150	17,708	1,771
6	Keçe yeri yağ deliği delme	Radyal Matkap	60	7,083	0,708
7	Uzun yağ deliği delme	Radyal Matkap	90	10,625	1,063
8	Tapa yeri 5/16 kılavuz çekme	Radyal Matkap	30	3,542	0,354
9	Kısa yağ deliği delme	Radyal Matkap	75	8,854	0,885
10	Perçin deliği delme	Radyal Matkap	30	3,542	0,354

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Ayak — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 23

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Freze edilmesi	Dik Freze	210	24,792	2,479
2	Delinmesi	Matkap tezgahı	120	14,167	1,417
3	Taşlanması	Muhtelif	45	5,313	0,531

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Ayak — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 24

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Freze edilmesi	Dik Freze	210	24,792	2,479
2	Delinmesi	Masa Matkabı	270	31,875	3,188
3	Taşlanması	Muhtelif	60	7,083	0,708

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Yağ Filtre Konsolu — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 25

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Göbek delinmesi	Üniversal Torna	60	7,083	0,708
2	Filtre oturma yüzeyi tornası	Üniversal Torna	90	10,625	1,063
3	Blok bağlama yüzeyi frezesi	Dik Freze	90	10,625	1,063
4	Blok bağlama deliği delme	Masa Matkabı	30	3,542	0,354
5	Civata yeri deliği delme	Masa Matkabı	90	10,625	1,063
6	Civata oturma düzlem frezesi	Üniversal Freze	90	10,625	1,063
7	Havşalama	Matkap tezgahı	30	3,542	0,354
8	M.14/1,5 kılavuz çekme	Masa Matkabı	60	7,083	0,708

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Su Çıkış Flanşı — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 26

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Çapak taşlama	Muhtelif	45	2,663	0,266
2	Bağlantı yüzey frezesi	Dik Freze	60	3,550	0,355
3	Bağlantı delikleri delme	Radyal Matkap	45	2,663	0,266
4	Hararet müşür yeri delinmesi + kılavuzu	Radyal Matkap	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Krank Kasnağı - (FT) — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 27

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	1.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	30	3,542	0,354
2	2.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	30	3,542	0,354
3	Delik alın tornası	Üniversal Torna	90	10,625	1,063
4	Üst çap kanal torna	Üniversal Torna	210	24,792	2,479
5	51 çap finiş torna	Üniversal Torna	120	14,167	1,417

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S.Külbütör Muylusu — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 28

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	60	3,550	0,355
2	1.ve 2.alın pah torna	Üniversal Torna	75	4,438	0,444
3	Uzun yağ deliği delme	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
4	Tapa yeri 5/16 kılavuz	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
5	Bağlama yeri frezesi	Üniversal Freze	45	2,663	0,266
6	Bağlama yeri yüzey frezesi	Dik Freze	45	2,663	0,266
7	Bağlantı delikleri delme	Matkap tezgahı	90	5,325	0,533
8	Kısa yağ delikleri delme	Matkap tezgahı	75	4,438	0,444
9	Kısa yağ deliği havşası	Matkap tezgahı	45	2,663	0,266
10	Tesviyesi	Muhtelif	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S.Külbütör Muylusu — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 29

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	60	3,550	0,355
2	1.ve 2.alın pah torna	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	1.taraf punta açma	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
4	2.taraf punta açma	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
5	Segman kanalı açma	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
6	Orta taraf segman kanalı açma	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
7	Orta boşaltma tornası	Üniversal Torna	36	2,130	0,213
8	Radyus kanalı açma	Üniversal Torna	150	8,875	0,888
9	Yağ borusu bağlama frezesi	Dik Freze	30	1,775	0,178
10	Uzun yağ deliği delme	Matkap tezgahı	180	10,650	1,065
11	Tapa yeri 5/16 kılavuz	Matkap tezgahı	78	4,615	0,462
12	Kısa yağ deliği delme	Matkap tezgahı	138	8,165	0,817
13	Kısa yağ deliği havşası	Matkap tezgahı	12	0,710	0,071
14	Yağ borusu bağlama del.delme	Matkap tezgahı	78	4,615	0,462
15	Yağ borusu bağlama havşası	Matkap tezgahı	12	0,710	0,071
16	Yağ borusu bağlama kılavuzu	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
17	1.taraf taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	78	4,615	0,462
18	2.taraf taşlama	Silindirik taşlama tezgahı	78	4,615	0,462
19	Tesviyesi	Muhtelif	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S. Dekompresyon Kolu-(YT) Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 30

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	45	2,663	0,266
2	1.alın ve pah tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	2.taraf radyüs tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
4	Pim kanalı tornası	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
5	O'Ring kanalı tornası	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
6	Konik sap tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
7	Boşaltma tornası	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
8	Eksantrik tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
9	Sap kısmı kıvrılması	Kaynak	120	7,100	0,710

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S. Dekompresyon Kolu-(YT) Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 31

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	45	2,663	0,266
2	1.alın ve pah tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	2.taraf radyüs tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
4	Pim kanalı tornası	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
5	O'Ring kanalı tornası	Üniversal Torna	30	1,775	0,178
6	Konik sap tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
7	Boşaltma tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
8	Eksantrik tornası	Üniversal Torna	120	7,100	0,710
9	Sap kısmı kıvrılması	Kaynak	120	7,100	0,710

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1					
MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ					
Parça İsmi Volant Somunu Parça No. : 32			Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay		
Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	120	14,167	1,417
2	17,5 çap delinmesi	Matkap tezgahı	225	26,563	2,656
3	Delik büyütme 38 çap	Matkap tezgahı	105	12,396	1,240
4	Alın deliği vida çekme	Üniversal Torna	150	17,708	1,771
5	Alın ve üst çap tornası	Üniversal Torna	150	17,708	1,771
6	1.taraf frezesi	Dik Freze	30	3,542	0,354
7	2.taraf frezesi	Dik Freze	30	3,542	0,354
8	Tesviyesi	Elle	60	7,083	0,708

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1					
MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ					
Parça İsmi Volant Dişlisi (SAE-3) Parça No. : 33			Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay		
Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	45	5,313	0,531
2	Kaynak ağzı taşlama	Muhtelif	300	35,417	3,542
3	Isıtılarak bükülmesi	Bükme aparatı	600	70,833	7,083
4	Kaynatılması	Kaynak	600	70,833	7,083
5	Kaynak yeri kaba taşlama	Muhtelif	150	17,708	1,771
6	Ütülenmesi	1 Tonluk pres	525	61,979	6,198
7	1.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	330	38,958	3,896
8	2.yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	330	38,958	3,896
9	Torna edilmesi	Kopyalı Torna	480	56,667	5,667
10	Diş açılması	Azdırma tezgahı	1080	127,500	12,750
11	Kavrama pahı kırılması	Elle	1020	120,417	12,042

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi T.S. Eksoz Dirseği-Jen.Y.T. Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 34

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Çapakların Taşlanması	Elle	60	3,550	0,355
2	Bağlantı yüzey frezesi	Dik Freze	75	4,438	0,444
3	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	45	2,663	0,266
4	Vida çekilmesi	Üniversal Torna	90	5,325	0,533

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S. Eksoz Dirseği-Jen.Y.T. Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 35

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Çapakların Taşlanması	Elle	60	3,550	0,355
2	Bağlantı yüzey frezesi	Dik Freze	75	4,438	0,444
3	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	45	2,663	0,266
4	Vida çekilmesi	Üniversal Torna	90	5,325	0,533

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Mazot Otomatiği Eksantriği Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 36

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	3,542	0,354
2	1.taraf torna edilmesi	Kopyalı Torna	120	14,167	1,417
3	Eksantrik torna edilmesi	Kopyalı Torna	120	14,167	1,417
4	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Radyal Matkap	45	5,313	0,531
5	Havşalama	Radyal Matkap	30	3,542	0,354
6	Dış çap taşlanması	Silindirik taşlama tezgahı	120	14,167	1,417

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Özel Düz Pul-1/2" Üretilecek Miktar : 3188 Adet/Ay
Parça No. : 37

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Sacın kesilmesi	Giyotin Makas	20	17,711	1,771
2	Pulun basılması	10 Tonluk pres	20	17,711	1,771
3	Alt yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	30	26,567	2,657
4	Üst yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	30	26,567	2,657

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Kanca Laması Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 38

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	45	5,313	0,531
2	Delinmesi	1 Tonluk pres	20	2,361	0,236
3	Havşalama	Radyal Matkap	30	3,542	0,354
4	Bükülmesi	1 Tonluk pres	30	3,542	0,354

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Külbütör Muylu Civatası Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 39

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi, tornası, diş açılması	Tam otomatik torna (INDEX)	45	2,663	0,266
2	Üst delik delinmesi,7 çap	Masa Matkabı	45	2,663	0,266
3	Üst havşa	Masa Matkabı	30	1,775	0,178
4	Üst kılavuz	Masa Matkabı	30	1,775	0,178
5	Yan delik delinmesi,2 çap	Masa Matkabı	45	2,663	0,266
6	Üst delik delinmesi,3 çap	Masa Matkabı	45	2,663	0,266
7	Yan delik havşası	Masa Matkabı	30	1,775	0,178

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Özel Düz Pul-7/16" Üretilecek Miktar : 1063 Adet/Ay
Parça No. : 40

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Sacın kesilmesi	Giyotin Makas	20	5,906	0,591
2	Pulun basılması	10 Tonluk pres	20	5,906	0,591
3	Taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	30	8,858	0,886

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Saplama 3/4 NF-72 Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 41

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	3,542	0,354
2	1.ve 2. taraf pah kırma	Üniversal Torna	45	5,313	0,531
3	1.ve 2. taraf diş açma	Üniversal Torna	135	15,938	1,594

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Ç.S. Kapakçık Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 42

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Bağlantı yüzeyi taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	90	5,325	0,533
2	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Masa Matkabı	60	3,550	0,355
3	Taşlanması	Muhtelif	30	1,775	0,178

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kolu - Komple
Parça No. : 43-a : İlk Hareket Kolu Pimi

Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	1,775	0,178
2	İki taraf pah tornası	Üniversal Torna	75	4,438	0,444
3	Çentik basma	1 Tonluk pres	30	1,775	0,178

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kolu - Komple
Parça No. : 43-b : İlk Hareket Kolu Mili

Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	1,775	0,178
2	1.taraf tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	2.taraf tornası	Üniversal Torna	45	2,663	0,266
4	8 çap delinmesi	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
5	Havşalama	Masa Matkabı	30	1,775	0,178
6	Pim çakma	1 Tonluk pres	30	1,775	0,178

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kolu - Komple
Parça No. : 43-c : İlk Hareket Kolu Çevirme Mili

Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	1,775	0,178
2	1.taraf tornası	Üniversal Torna	90	5,325	0,533
3	2.taraf tornası	Üniversal Torna	90	5,325	0,533

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kolu - Komple — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 43-d : İlk Hareket Kol Borusu

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	1,775	0,178
2	1.taraf tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	2.taraf tornası	Üniversal Torna	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi İlk Hareket Kolu - Komple — Üretilecek Miktar : 213 Adet/Ay
Parça No. : 43-e : İlk Hareket Kolu Laması

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Kesilmesi	Testere tezgahı	30	1,775	0,178
2	Torna edilmesi	Üniversal Torna	60	3,550	0,355
3	Delinmesi	Matkap tezgahı	45	2,663	0,266
4	Havşalama	Matkap tezgahı	30	1,775	0,178
5	Boru ve mil kaynatma	Kaynak	60	3,550	0,355
6	İ.H.K. mili kaynağı	Kaynak	60	3,550	0,355

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi D/D Pompası - Komple — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 44-a : D/D Pompa Gövdesi

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Alın/Keçe yeri tornası	Üniversal Torna	465	54,896	5,490
2	Rulman yeri kaba tornası	Üniversal Torna	120	14,167	1,417
3	Rulman yeri finiş tornası	Üniversal Torna	90	10,625	1,063
4	Bağlantı deliklerinin delinmesi	Matkap tezgahı	105	12,396	1,240
5	Musluk yeri delme	Matkap tezgahı	30	3,542	0,354
6	Musluk yeri kılavuz çekme	Matkap tezgahı	105	12,396	1,240
7	Çapakların tesviyesi	Muhtelif	90	10,625	1,063

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi D/D Pompası - Komple — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 44-b : Fan (D/D)

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Çap/Orta delik tornası	Üniversal Torna	165	19,479	1,948
2	Salmastra yüzey tornası	Üniversal Torna	150	17,708	1,771
3	Delinmesi	Matkap tezgahı	45	5,313	0,531

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi D/D Pompası - Komple — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 44-c : D/D Pompa Kasnağı

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Alın çap tornası	Üniversal Torna	210	24,792	2,479
2	Alın torn. ve kayış kanalı açma	Üniversal Torna	210	24,792	2,479
3	Delik tornası ve raybası	Üniversal Torna	120	14,167	1,417
4	Pervane bağl.delik.delinmesi	Matkap tezgahı	120	14,167	1,417
5	Havşa ve kılavuzu	Matkap tezgahı	60	7,083	0,708

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi D/D Pompası - Komple — Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 44-d : D/D Pompa Kapağı

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Pompa birleşme düzlem frezesi	Dik Freze	270	31,875	3,188
2	Bağlama deliklerinin delinmesi	Matkap tezgahı	180	21,250	2,125
3	Su giriş/bağlama yeri frezesi	Dik Freze	135	15,938	1,594

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 1

MAKİNADA İŞLEME KAPASİTESİNİN TAYİNİ

Parça İsmi Gergi Kasnağı - Komple Üretilecek Miktar : 425 Adet/Ay
Parça No. : 45-a : Gergi Kasnağı

Operasyon No	Yapılacak iş	Tezgah	İş süresi (saniye)	Toplam süre (saat)	Makina ihtiyacı olm.zaman (saat)
1	Alın/Delik kaba tornası	Üniversal Torna	150	17,708	1,771
2	Yüzey taşlama	Satıh Taşlama tezgahı	15	1,771	0,177
3	Üst çap/Kanal açma tornası	Üniversal Torna	180	21,250	2,125
4	Delik finiş pah tornası	Üniversal Torna	60	7,083	0,708

GEREKLİ MAKİNA KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Dik Freze — En az lazım olan miktar : **3**

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	1,2	67,450	6,745	74,195
3 & 4	1,2	99,400	9,940	109,340
7	1	15,088	1,509	16,597
8	1	14,200	1,420	15,620
9	1	14,200	1,420	15,620
12	3,5	14,200	1,420	15,620
13	4,6	33,725	3,373	37,098
15	3,4	53,125	5,313	58,438
19	8,9,10	20,590	2,059	22,649
20	10,11,12	27,514	2,751	30,265
21	5,6,14,24	58,483	5,848	64,331
23	1	24,792	2,479	27,271
24	1	24,792	2,479	27,271
25	3	10,625	1,063	11,688
26	2	3,550	0,355	3,905
28	6	2,663	0,266	2,929
29	9	1,775	0,178	1,953
32	6,7	7,084	0,708	7,792
34	2	4,438	0,444	4,882
35	2	4,438	0,444	4,882
46-d	1,3	47,813	4,781	52,594
TOPLAM				604,940

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{604{,}940}{220} = 2{,}749$$

3 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Üniversal Freze — En az lazım olan miktar : **2**

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	3,4,9,10,11	98,513	9,851	108,364
3 & 4	3,4,9,10,11	155,314	15,531	170,845
10	12	7,100	0,710	7,810
12	12	7,100	0,710	7,810
19	1	15,975	1,598	17,573
20	1	17,750	1,775	19,525
25	6	10,625	1,063	11,688
28	5	2,663	0,266	2,929
TOPLAM				**346,544**

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{346{,}544}{220} = 1{,}575$$

2 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Matkap tezgahı — En az lazım olan miktar : **3**

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	6	8,875	0,888	9,763
3 & 4	7	8,875	0,888	9,763
7	3,4,5,6	6,213	0,621	6,834
8	3,4,5,6	7,988	0,799	8,787
10	6,7,8	9,763	0,976	10,739
11	6,7,8	12,425	1,243	13,668
12	8	7,100	0,710	7,810
17	2,3	26,562	2,656	29,218
18	2,3	44,271	4,427	48,698
19	2,3	5,326	0,533	5,859
20	2,3,13,14,17	71,000	7,100	78,100
21	3,7,8,9,10,11,12,16,17,21	175,450	17,545	192,995
23	2	14,167	1,417	15,584
25	7	3,542	0,354	3,896
28	3,4,7,8,9	19,526	1,953	21,479
29	10,11,12,13,14,15,16	31,240	3,124	34,364
32	2,3	38,959	3,896	42,855
43-b	4	1,775	0,178	1,953
43-e	3,4	4,438	0,444	4,882
44-a	4,5,6	28,334	2,833	31,167
44-b	3	5,313	0,531	5,844
44-c	4,5	21,250	2,125	23,375
44-d	2	21,250	2,125	23,375
TOPLAM				**631,006**

Gerekli olan makina adedi = $\frac{631,006}{220}$ = 2,868

3 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Radyal Matkap — En az lazım olan miktar : 6

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	12,13,14,17	191,700	19,170	210,870
3 & 4	14,15,16,19	292,875	29,288	322,163
10	3,4,5,9,10,11	20,414	2,041	22,455
11	3,4,5,6,10,11,12	22,189	2,219	24,408
12	9,10,11,13,14	31,950	3,195	35,145
13	5,7,8,9,10,11,12,13	68,338	6,834	75,172
14	4	70,833	7,083	77,916
15	5,6,7,8,9,10,11,12	265,626	26,563	292,189
19	11,12,13,14,15,16	71,889	7,189	79,078
20	15,16,18	79,875	7,988	87,863
22	4,5,6,7,8,9,10	74,375	7,438	81,813
26	3,4	6,213	0,621	6,834
34	3	2,663	0,266	2,929
35	3	2,663	0,266	2,929
36	4,5	8,855	0,886	9,741
38	3	3,542	0,354	3,896
TOPLAM				1335,400

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{1335,400}{220} = 6,07$$

6 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Masa Matkabı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
6	2	4,438	0,444	4,882
7	2	17,750	1,775	19,525
8	2	5,325	0,533	5,858
9	2	8,875	0,888	9,763
12	4,6,7	28,400	2,840	31,240
24	2	31,875	3,188	35,063
25	4,5,8	21,250	2,125	23,375
39	2,3,4,5,6,7	13,314	1,331	14,645
42	2	3,550	0,355	3,905
43-b	5	1,775	0,178	1,953
TOPLAM				150,207

Gerekli olan makina adedi = $\frac{150,207}{220}$ = 0,682

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Üniversal Torna — En az lazım olan miktar : 7

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
5	3	35,417	3,542	38,959
15	1,2	290,416	29,042	319,458
16	1,2,3	368,333	36,833	405,166
19	4,5,6,7,23	62,126	6,213	68,339
20	4,5,6,9,28	43,488	4,349	47,837
21	20	23,925	2,393	26,318
22	1,2,3	123,959	12,396	136,355
25	1,2	17,708	1,771	19,479
27	3,4,5	49,584	4,958	54,542
28	2	4,438	0,444	4,882
29	2,3,4,5,6,7,8	25,205	2,521	27,726
30	2,3,4,5,6,7,8	19,525	1,953	21,478
31	2,3,4,5,6,7,8	24,850	2,485	27,335
32	4,5	35,416	3,542	38,958
34	4	5,325	0,533	5,858
35	4	5,325	0,533	5,858
41	2,3	21,251	2,125	23,376
43-a	2	4,438	0,444	4,882
43-b	2,3	6,213	0,621	6,834
43-c	2,3	10,650	1,065	11,715
43-d	2,3	7,100	0,710	7,810
43-e	2	3,550	0,355	3,905
44-a	1,2,3	79,688	7,969	87,657
44-b	1,2	37,187	3,719	40,906
44-c	1,2,3	63,751	6,375	70,126
45-a	1,3,4	46,041	4,604	50,645
TOPLAM				1556,400

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{1556,400}{220} = 7,074$$

7 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Kopyalı Torna — En az lazım olan miktar : 2
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
17	4,5,7	56,668	5,667	62,335
18	4,5,6,7,8	90,313	9,031	99,344
20	7,8	30,175	3,018	33,193
21	4	31,900	3,190	35,090
33	9	56,667	5,667	62,334
36	2,3	28,334	2,833	31,167
TOPLAM				323,463

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{323{,}463}{220} = 1{,}470$$

2 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Volant Tornası — En az lazım olan miktar : 2
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
14	1,2	340,000	34,000	374,000
TOPLAM				374,000

$$\text{Gerekli olan makina adedi} = \frac{374{,}000}{220} = 1{,}7$$

2 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Satıh Taşlama tezgahı — En az lazım olan miktar : 2
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
5	1,2	21,250	2,125	23,375
6	1	3,550	0,355	3,905
10	1,2	7,988	0,799	8,787
11	1,2	8,875	0,888	9,763
12	1,2	17,750	1,775	19,525
13	2,3	21,300	2,130	23,430
17	6	8,854	0,885	9,739
21	1,2	31,900	3,190	35,090
27	1,2	7,084	0,708	7,792
33	7,8	77,916	7,792	85,708
37	3,4	53,134	5,313	58,447
40	3	8,858	0,886	9,744
42	1	5,325	0,533	5,858
45-a	2	1,771	0,177	1,948
TOPLAM				303,111

Gerekli olan makina adedi = $\frac{303,111}{220}$ = 1,377

2 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Silindirik Taşlama tezgahı — En az lazım olan miktar : 2
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
18	9	19,479	1,948	21,427
19	17,18,19,20,21,22	72,776	7,278	80,054
20	19,20,21,22,23,24,25,26	109,163	10,916	120,079
29	17,18	9,230	0,923	10,153
36	6	14,167	1,417	15,584
TOPLAM				247,297

Gerekli olan makina adedi = $\frac{247,297}{220}$ = 1,124

2 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Testere tezgahı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
17	1	35,417	3,542	38,959
18	1	21,250	2,125	23,375
21	13	39,875	3,988	43,863
28	1	3,550	0,355	3,905
29	1	3,550	0,355	3,905
30	1	2,663	0,266	2,929
31	1	2,663	0,266	2,929
32	1	14,167	1,417	15,584
33	1	5,313	0,531	5,844
36	1	3,542	0,354	3,896
38	1	5,313	0,531	5,844
41	1	3,542	0,354	3,896
43-a	1	1,775	0,178	1,953
43-b	1	1,775	0,178	1,953
43-c	1	1,775	0,178	1,953
43-d	1	1,775	0,178	1,953
43-e	1	1,775	0,178	1,953
TOPLAM				164,692

Gerekli olan makina adedi = $\frac{164,692}{220}$ = 0,7486

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Azdırma tezgahı En az lazım olan miktar : 2
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
5	4	56,667	5,667	62,334
17	8	63,750	6,375	70,125
33	10	127,500	12,750	140,250
TOPLAM				272,709

Gerekli olan makina adedi = $\frac{272,709}{220}$ = 1,239 **2 Adet**

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Blok krank-kam ekseni bara tezgahı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	5,7	60,350	6,035	66,385
3 & 4	5,6,8	92,075	9,208	101,283
TOPLAM				167,668

Gerekli olan makina adedi = $\frac{167,668}{220}$ = 0,762 **1 Adet**

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Blok itici yeri bara tezgahı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	8	22,188	2,219	24,407
3 & 4	12,13	46,150	4,615	50,765
TOPLAM				75,172

Gerekli olan makina adedi = $\frac{75,172}{220}$ = 0,341

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Piston kolu bara tezgahı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
21	19,22,27	143,550	14,355	157,905
TOPLAM				157,905

Gerekli olan makina adedi = $\frac{157,905}{220}$ = 0,717

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Dik Planya — En az lazım olan miktar : 1

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
5	5	10,625	1,063	11,688
17	9	12,396	1,240	13,636
TOPLAM				25,323

Gerekli olan makina adedi = $\frac{25,323}{220}$ = 0,115

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Broş tezgahı — En az lazım olan miktar : 1

Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
14	3	28,333	2,833	31,166
TOPLAM				31,166

Gerekli olan makina adedi = $\frac{31,166}{220}$ = 0,141

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Dengeleme tezgahı — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
14	5	56,667	5,667	62,334
TOPLAM				62,334

Gerekli olan makina adedi = $\frac{62,334}{220}$ = 0,283

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : 1 Tonluk Pres — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
33	6	61,979	6,198	68,177
38	2,4	5,903	0,590	6,493
43-a	3	1,775	0,178	1,953
43-b	6	1,775	0,178	1,953
TOPLAM				78,575

Gerekli olan makina adedi = $\frac{78,575}{220}$ = 0,357

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : 10 Tonluk Pres — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
37	2	17,711	1,771	19,482
40	2	5,906	0,591	6,497
TOPLAM				25,979

Gerekli olan makina adedi = $\frac{25,979}{220}$ = 0,118

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Giyotin Makas — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
37	1	17,711	1,771	19,482
40	1	5,906	0,591	6,497
TOPLAM				25,979

Gerekli olan makina adedi = $\frac{25,979}{220}$ = 0,118

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Oksijen Kaynağı — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
30	9	7,100	0,710	7,810
31	9	7,100	0,710	7,810
33	4	70,833	7,083	77,916
43-e	5,6	7,100	0,710	7,810
TOPLAM				101,346

Gerekli olan makina adedi = $\frac{101,346}{220}$ = 0,460 **1 Adet**

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Tam Otomatik Torna (INDEX) — En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
39	1	2,663	0,266	2,929
TOPLAM				2,929

Gerekli olan makina adedi = $\frac{2,929}{220}$ = 0,0133 **1 Adet**

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Bükme Aparatı En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
33	3	70,833	7,083	77,916
TOPLAM				77,916

Gerekli olan makina adedi = $\frac{77,916}{220}$ = 0,354

1 Adet

ÜRETİM ANALİZ FÖYÜ 2

İHTİYAÇ BULUNAN MAKİNE KAPASİTELERİNİN TAYİNİ

Makina İsmi : Havalı motor (Çapak tesviyesi için) En az lazım olan miktar : 1
Mevcut Adedi : Yok

Kullanıldığı Parça No	Operasyon No	Toplam adet için genel zaman (saat)	Yan zaman (saat)	Toplam zaman (saat)
1 & 2	15,16	26,625	2,663	29,288
3 & 4	17,18	46,150	4,615	50,765
7	7	0,888	0,089	0,977
8	7	0,888	0,089	0,977
10	13	3,550	0,355	3,905
11	13	3,550	0,355	3,905
12	15	7,100	0,710	7,810
13	1	3,550	0,355	3,905
15	13	14,167	1,417	15,584
20	27	7,100	0,710	7,810
23	3	5,313	0,531	5,844
24	3	7,083	0,708	7,791
26	1	2,663	0,266	2,929
28	10	3,550	0,355	3,905
29	19	3,550	0,355	3,905
42	3	1,775	0,178	1,953
44-a	7	10,625	1,063	11,688
TOPLAM				162,940

Gerekli olan makina adedi = $\frac{162,940}{220}$ = 0,740

1 Adet

SONUÇLAR

Fabrikada işlenen parçaların ham halden mamul hale gelinceye kadar görmüş olduğu tüm işlemlerin süreleri ölçülmüş, herbir bir parçanın operasyon numarası, yapılan iş, işlem gördüğü tezgah ve aylık üretim adedi için gerekli olan toplam süre Üretim Analiz Föyü 1 başlığı altında yer alan tablolarda gösterilmiştir.

Üretim Analiz Föyü 2' de ise her bir tezgahın, hangi parçaların imalinde kullanıldığı, operasyon numaraları ve aylık üretim için gerekli zamanları toplanarak aylık çalışma süresine oranlanmış ve gerekli makina ve teçhizat adetleri ortaya çıkmıştır.

Hesaplar sonucu ortaya çıkan adetler, fabrikanın gerekli üretimi yapabilmesi için makina parkını oluşturacak adetlerdir. Ancak üretimin daha rantabl olabilmesi, tezgah maliyetleri ile hedeflenen üretim miktarının optimum noktada buluşabilmesi için, belirlenen tezgahlara gereksinim duyulup duyulmadığının birkez daha gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Tezgah seçimi bir fabrikanın sabit giderlerini arasında yer almaktadır. Böyle bir yatırım yaparken satın alınması düşünülen tezgahın, kaç adet parçanın üretiminde kullanılacağı göz önünde bulundurulmalı, bu parçaların fabrikada işlenmesi yerine dış atelyelerde imal edilmesinin karlılığa olan katkısı araştırılmalıdır. Böyle bir inceleme, hem gerekli makina ve teçhizata yapılan yatırımın daha rantabl olmasını, hem de daha az eleman çalıştırılmasını ve zaman kaybının daha az olmasını sağlayacaktır.

Görülmektedir ki, oluşan makina parkı içerisinde yer alan dik planya, 1 tonluk pres, 10 tonluk pres, giyotin makas ve tam otomatik torna gibi maliyetleri yüksek olan tezgahlar az miktardaki parçaların sadece bir veya birkaç operasyonunda kullanılmaktadır. Bu nedenle sözü edilen tezgahların satın alınması yerine, bu tezgahlarda yapılan işlemlerin fason imalat olarak yaptırılması uygun olacaktır.

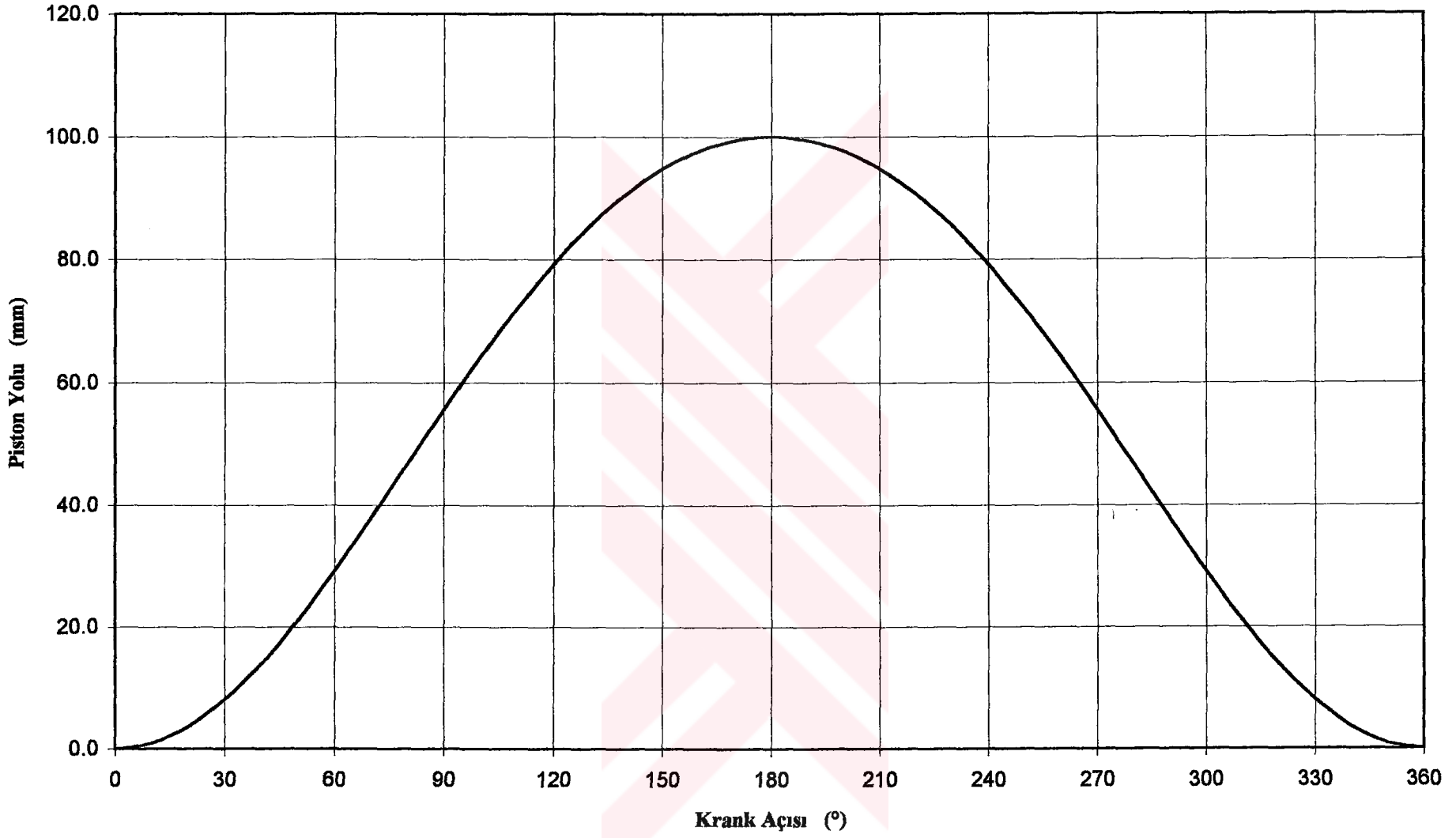
Bütün bu incelemer sonucunda ekonomiye sağlayacağı faydalar yanında çok sayıda insana iş imkanı temin edecek bu fabrikanın kurulması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

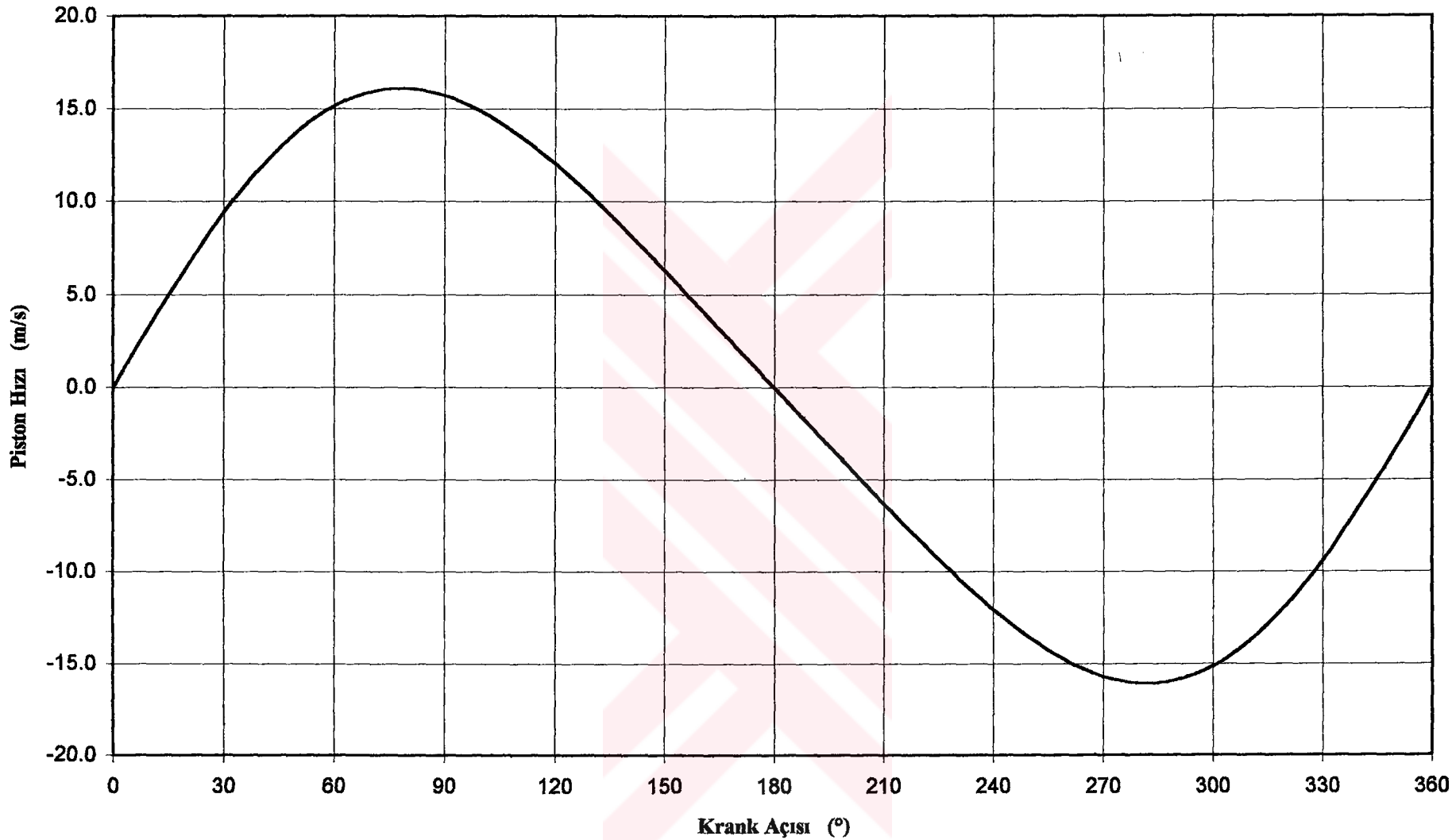
A. Kolchin and V. Demidev, 1984. "Design of Automotive Engines"

Özel bir motor fabrikasının teknik dökümanları

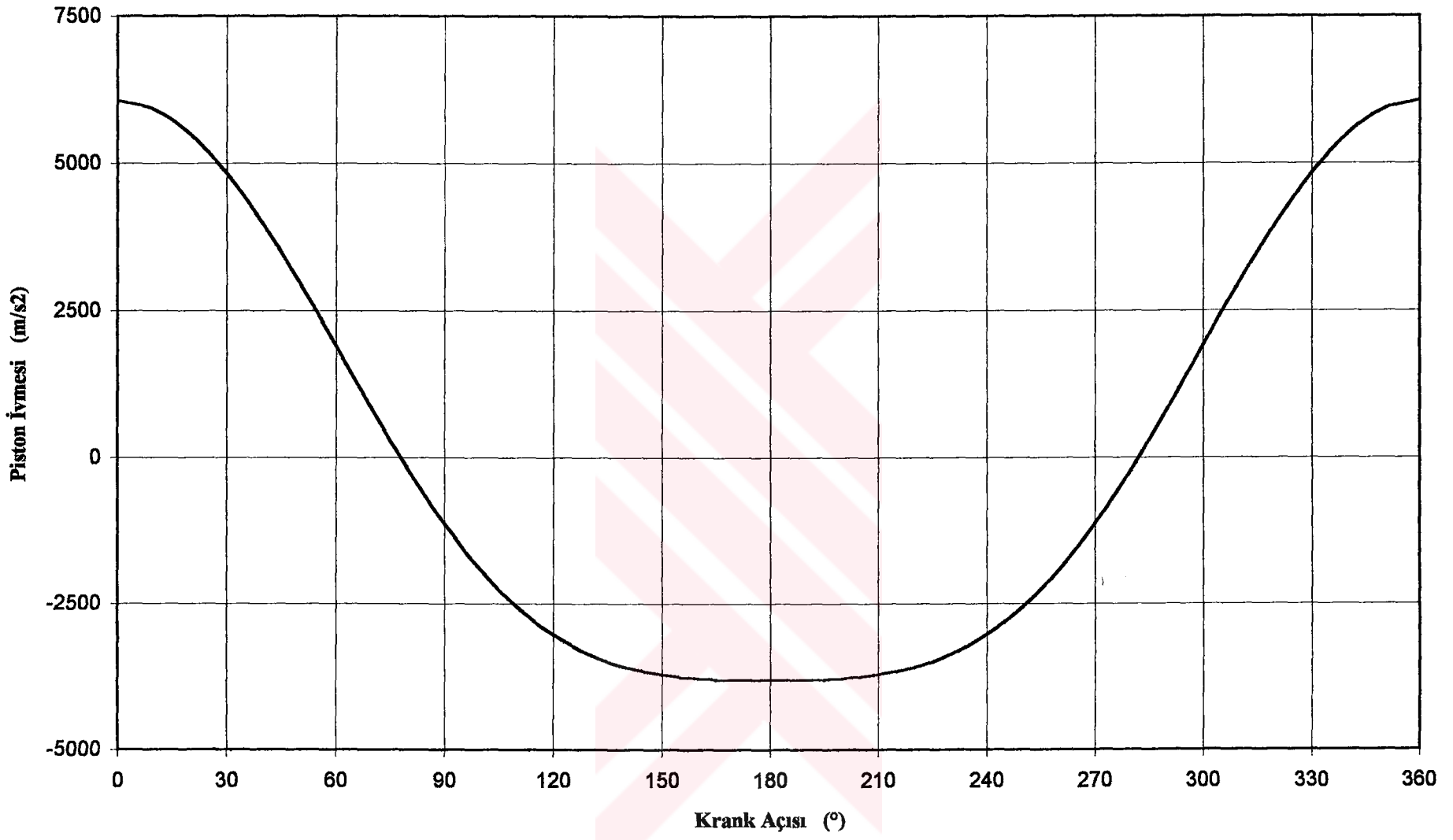
EK 1 (GRAFİKLER)


120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
Piston Yolu (mm)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Krank Açısı (°)

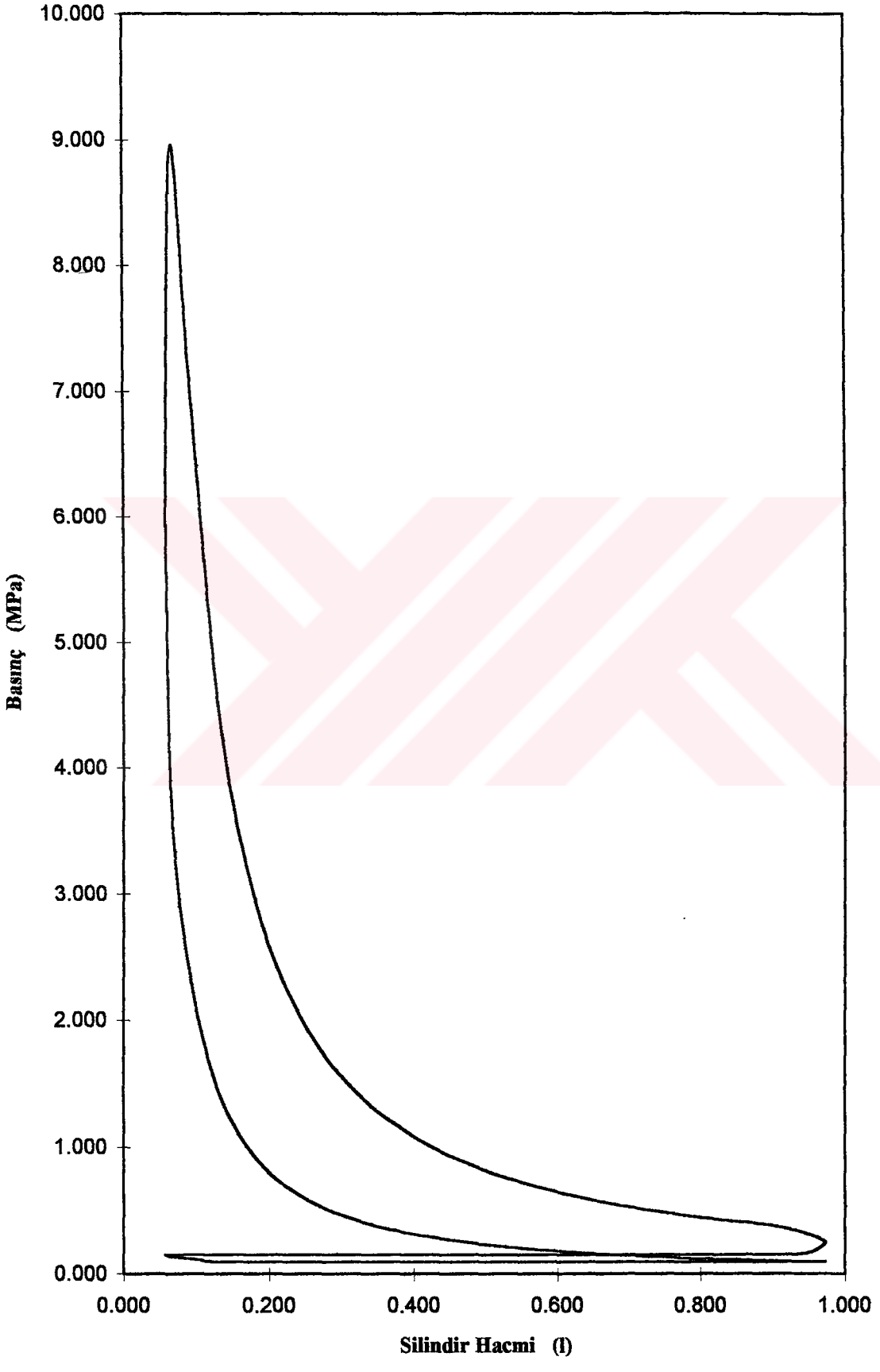
Grafik E.1.1


20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
-5.0
-10.0
-15.0
-20.0
Piston Hızı (m/s)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Krank Açısı (°)

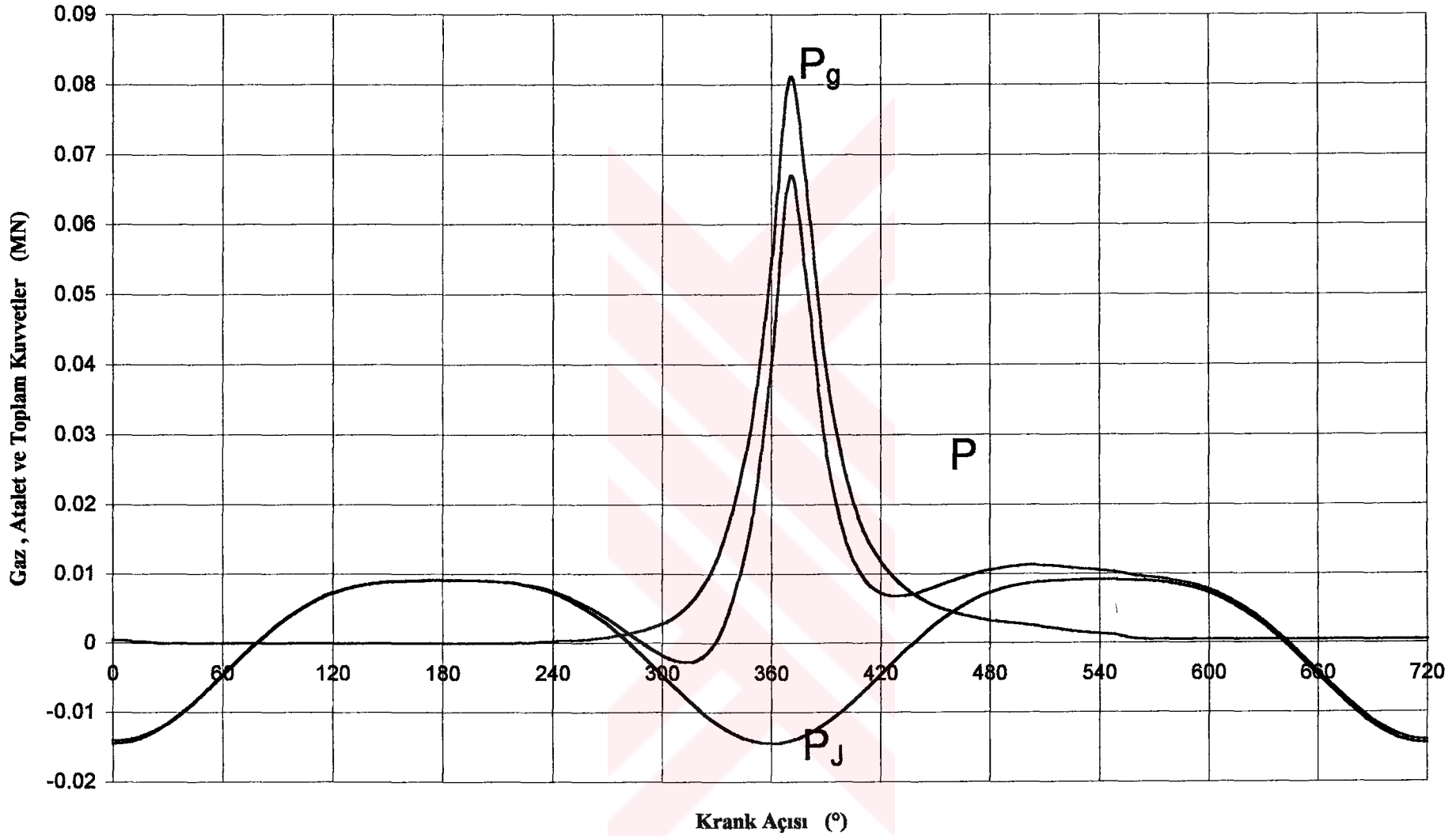
Grafik E.1.2


7500
5000
2500
0
-2500
-5000
Piston İvmesi (m/s2)
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
360
Krank Açısı (°)

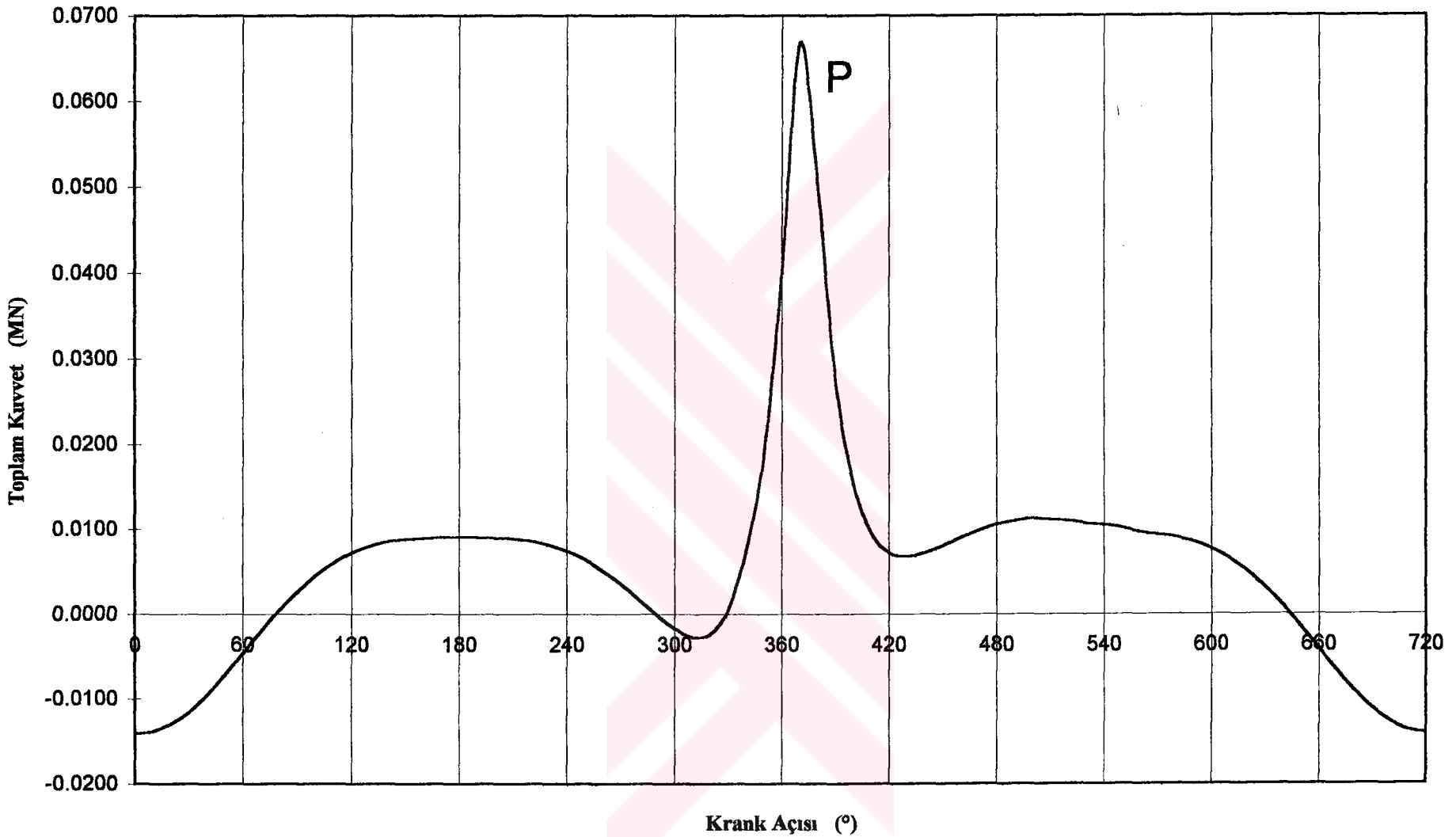
Grafik E.1.3


10.000
9.000
8.000
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0.000
Basınç (MPa)
0.000
0.200
0.400
0.600
0.800
1.000
Silindir Hacmi (l)

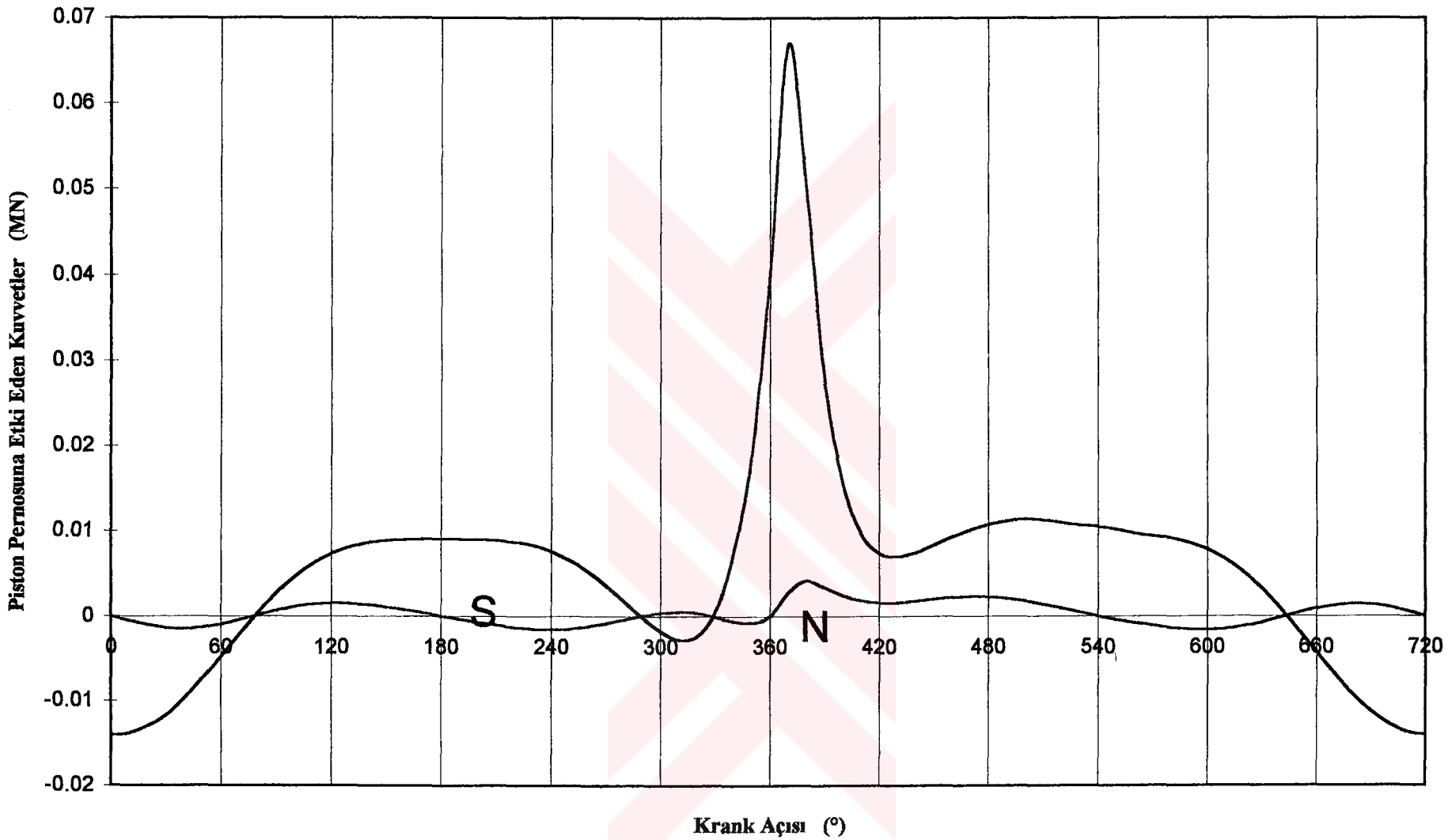
Grafik E.1.4


0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
-0.01
-0.02
Gaz , Atalet ve Toplam Kuvvetler (MN)
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)
Pg
P
PJ

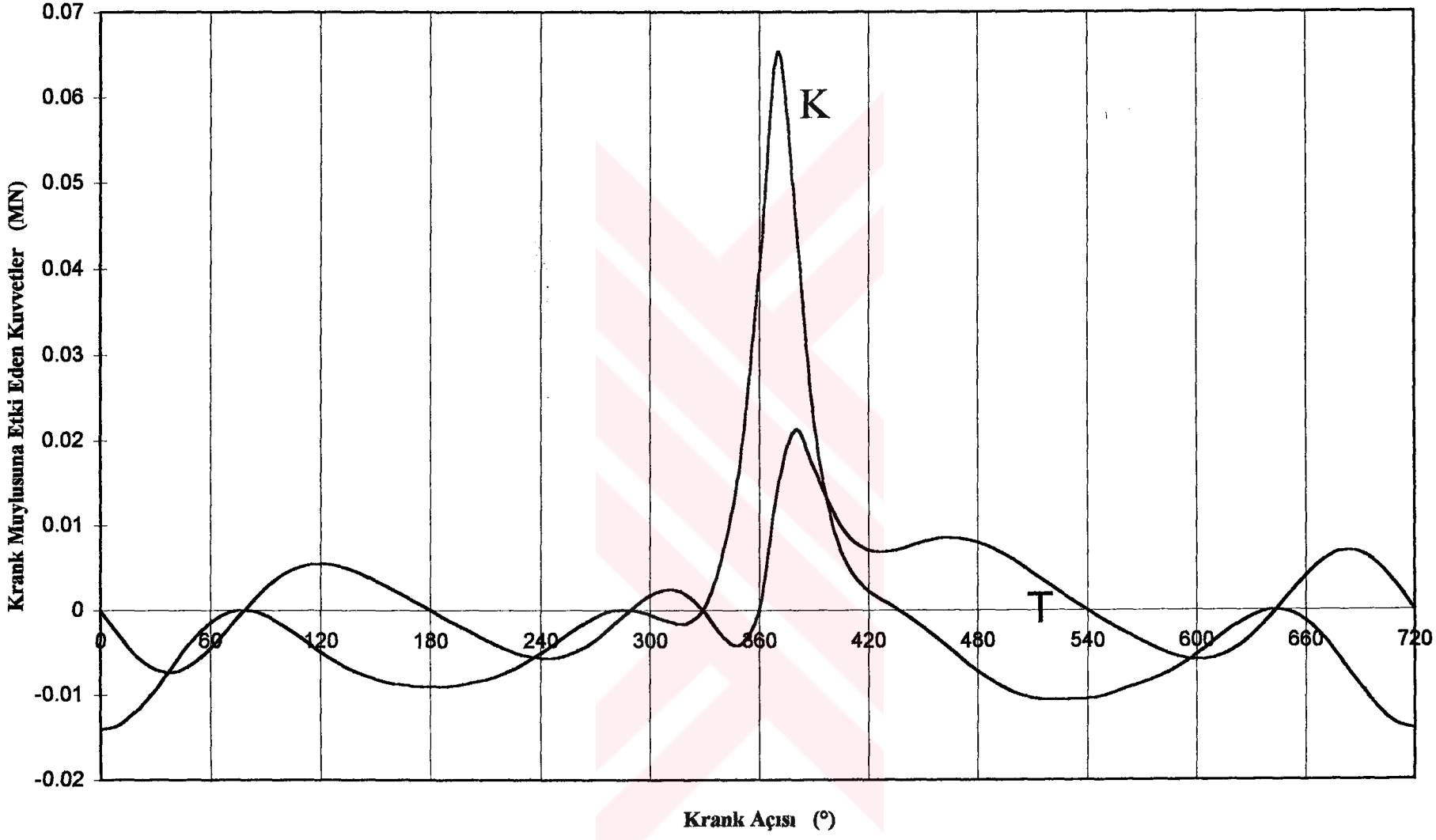
Grafik E.1.5


0.0700
0.0600
0.0500
0.0400
0.0300
0.0200
0.0100
0.0000
-0.0100
-0.0200
Toplam Kuvvet (MN)
P
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)

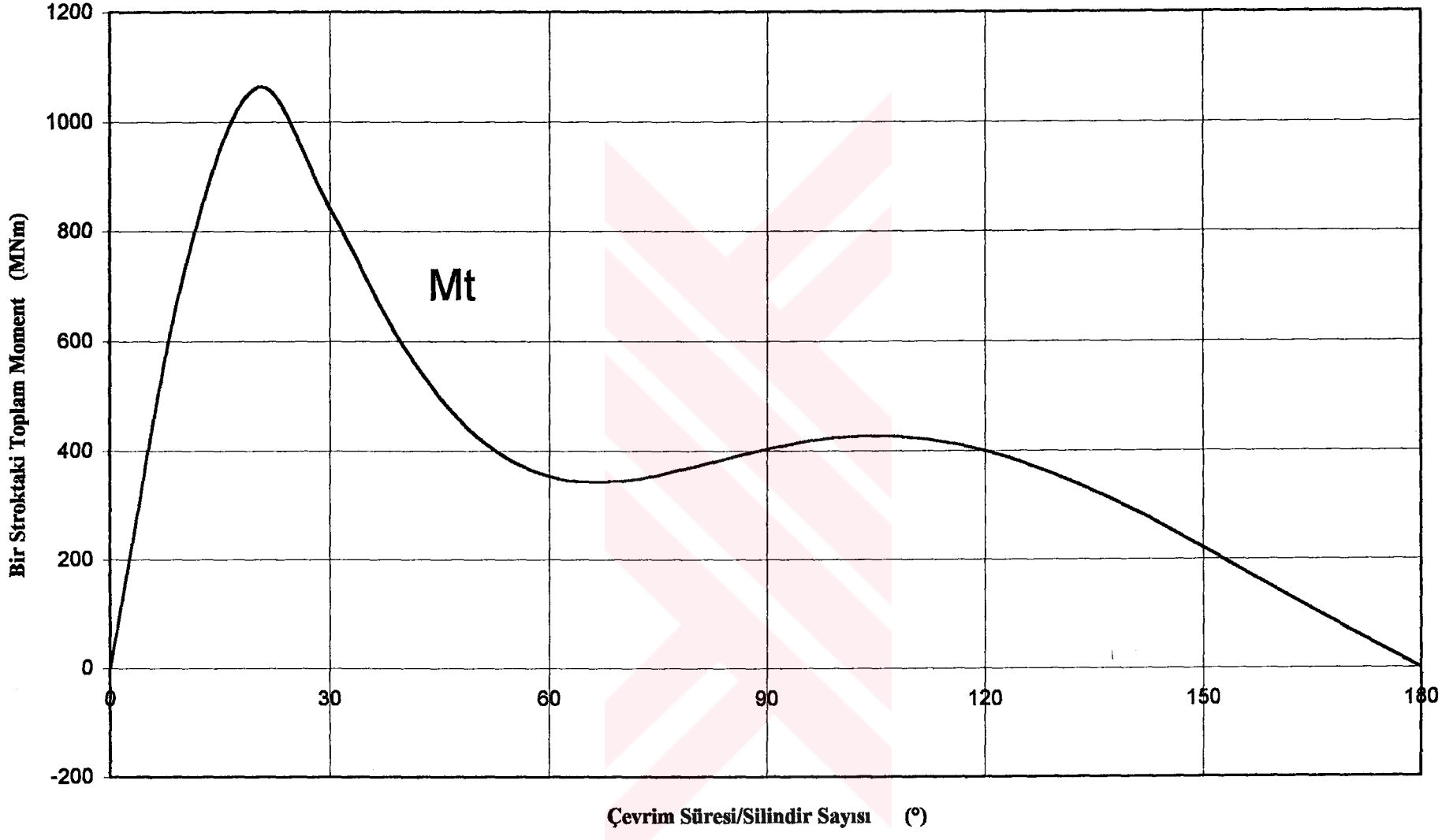
Grafik E.1.6


0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
-0.01
-0.02
Piston Pernosuna Etki Eden Kuvvetler (MN)
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
S
N
Krank Açısı (°)

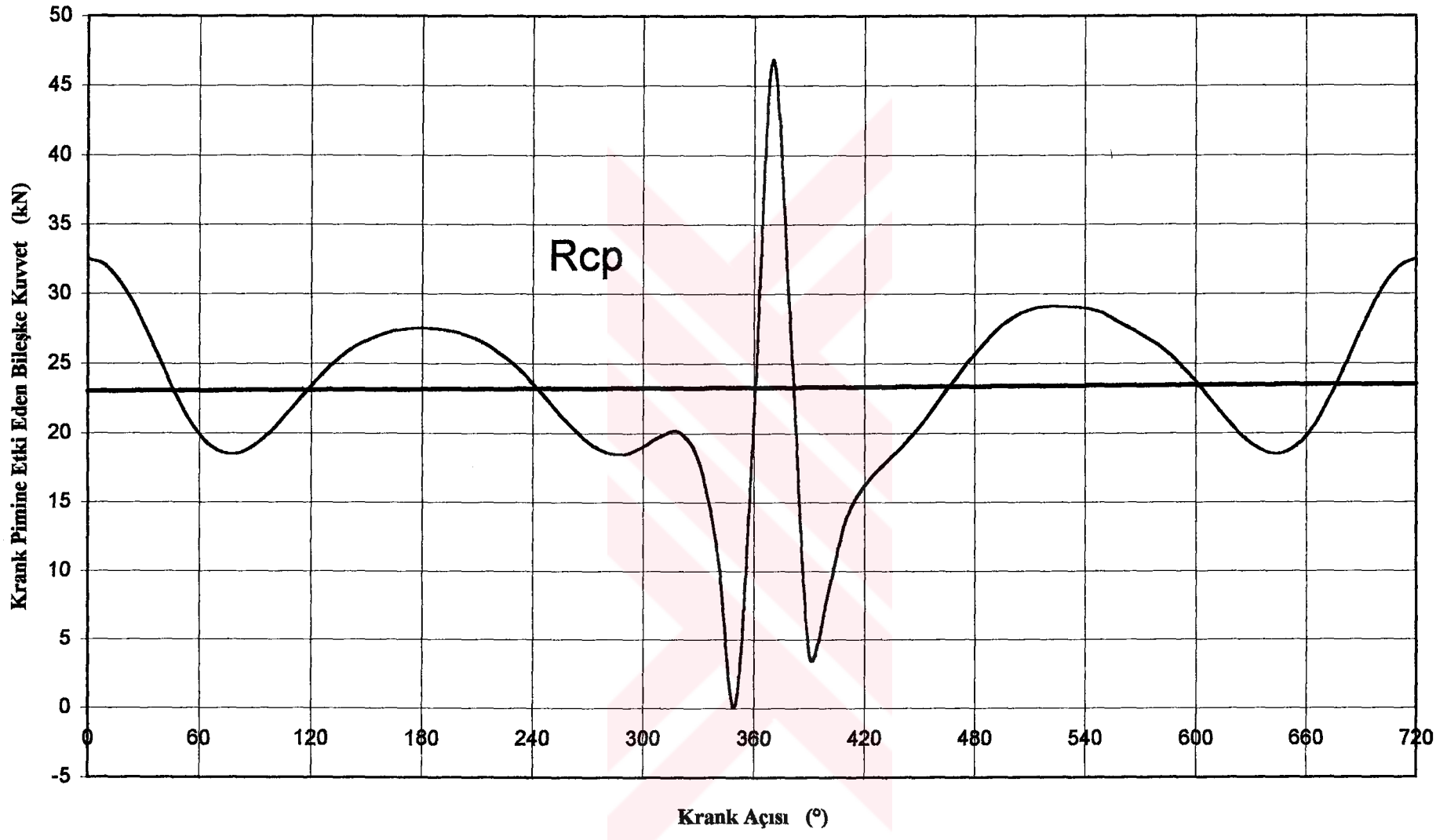
Grafik E.1.7


0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
-0.01
-0.02
Krank Muylusuna Etki Eden Kuvvetler (MN)
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)
K
T

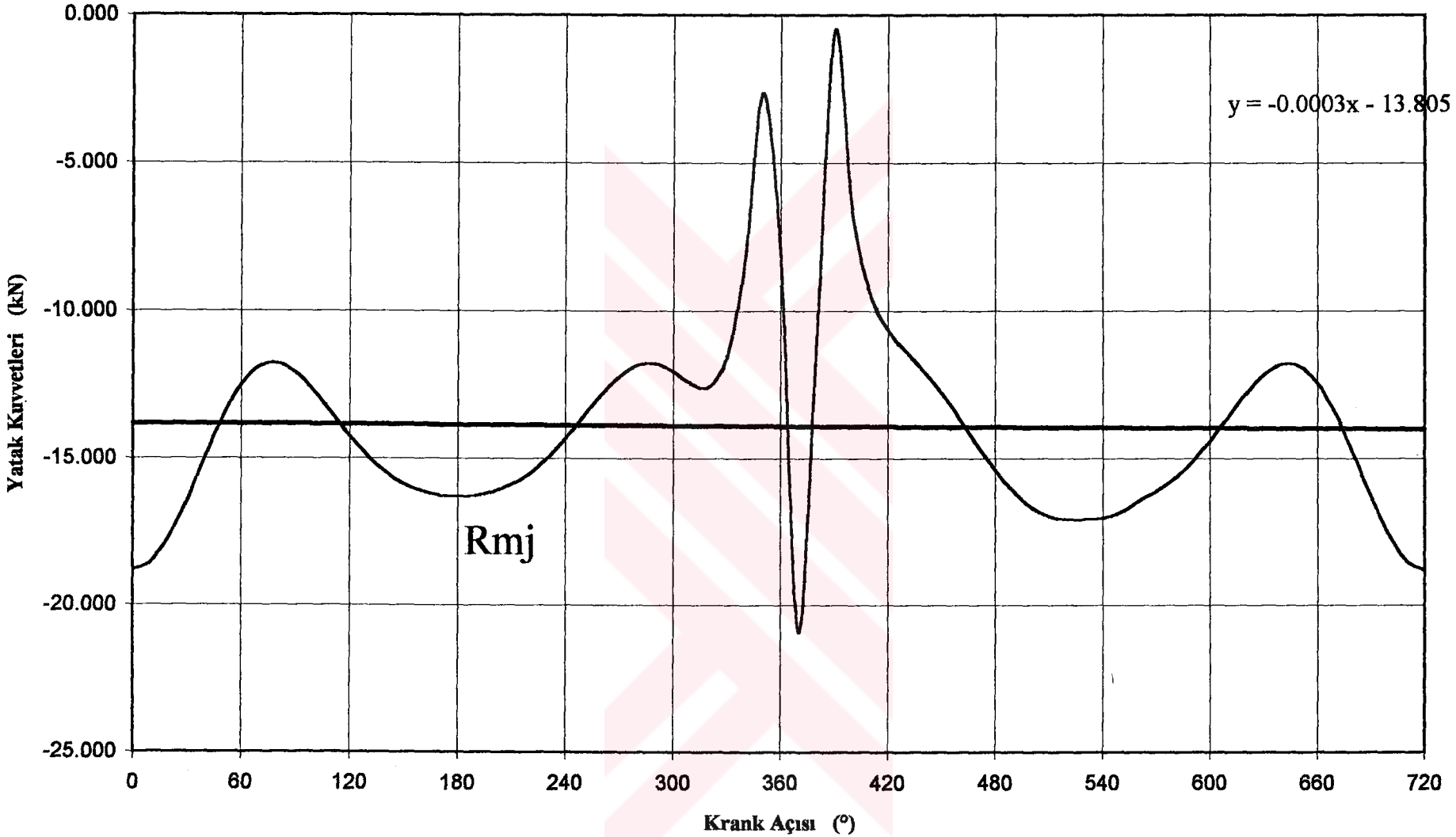
Grafik E.1.8


1200
1000
800
600
400
200
0
-200
Bir Stroktaki Toplam Moment (MNm)
Mt
0
30
60
90
120
150
180
Çevrim Süresi/Silindir Sayısı (°)

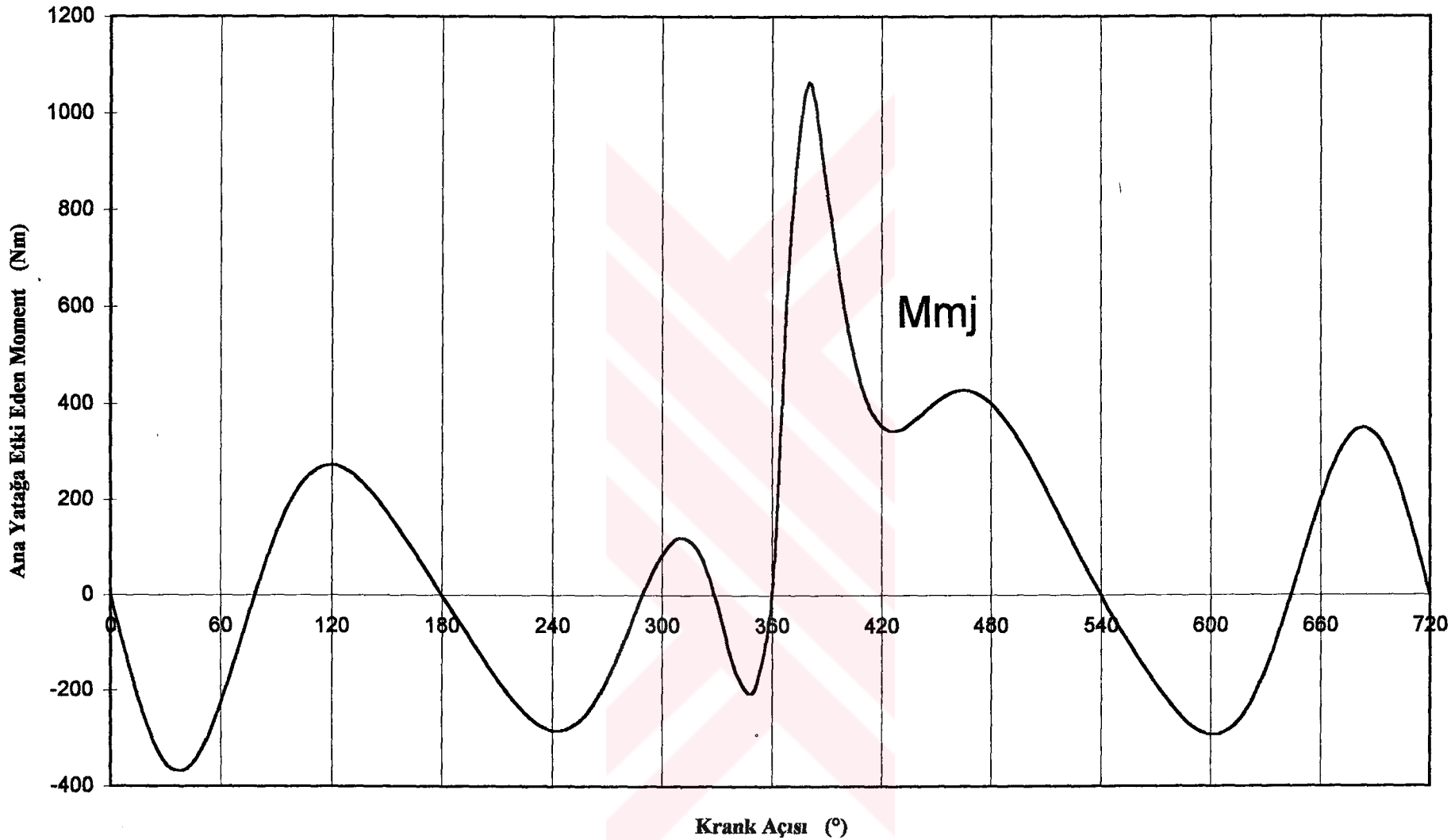
Grafik E.1.9


Krank Pimine Etki Eden Bileşke Kuvvet (kN)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Rcp
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)

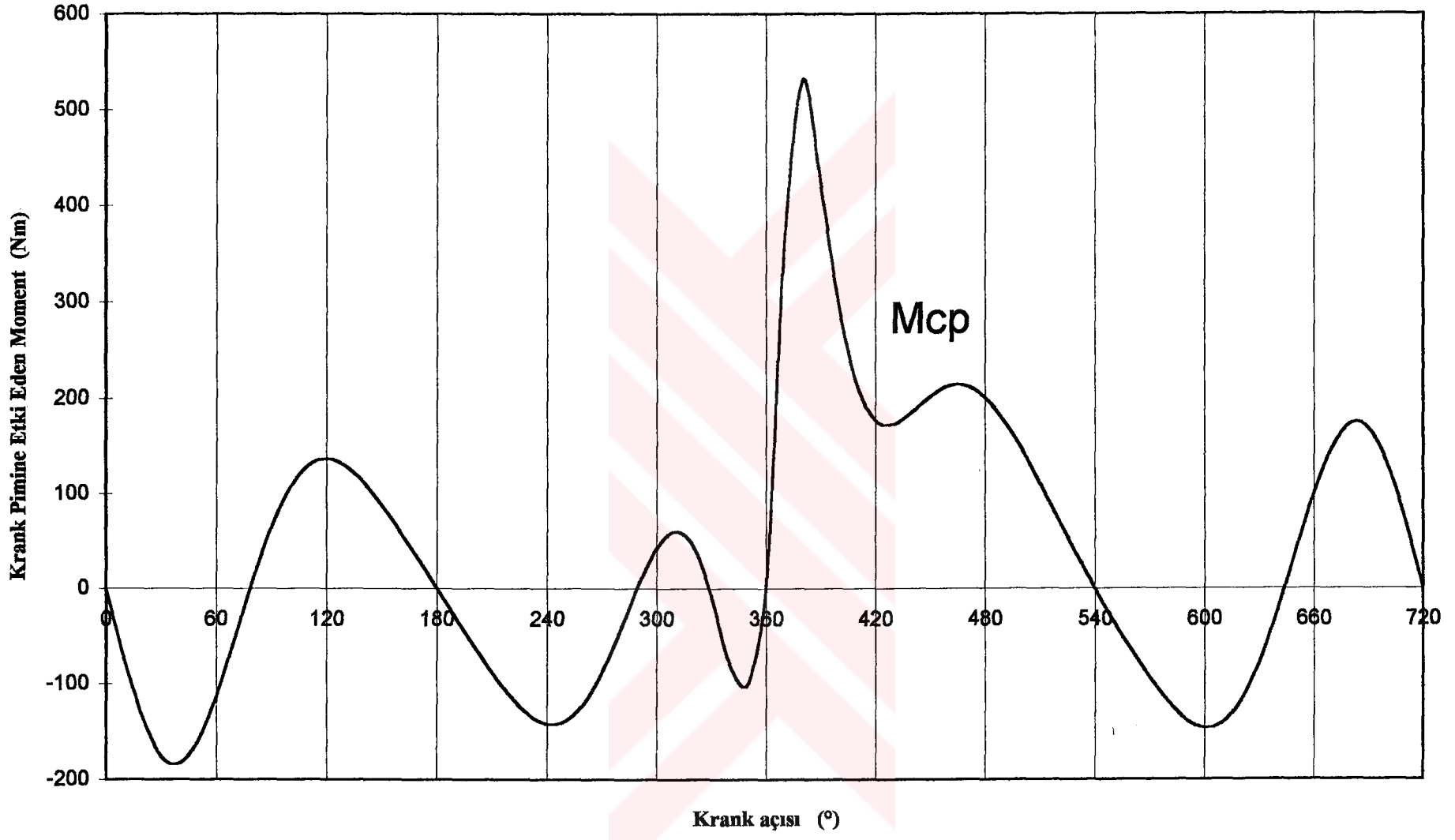
Grafik E.1.10


0.000
-5.000
-10.000
-15.000
-20.000
-25.000
Yatak Kuvvetleri (kN)
y = -0.0003x - 13.805
Rmj
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)

Grafik E.1.11


1200
1000
800
600
400
200
0
-200
-400
Ana Yatağa Etki Eden Moment (Nm)
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Krank Açısı (°)
Mmj

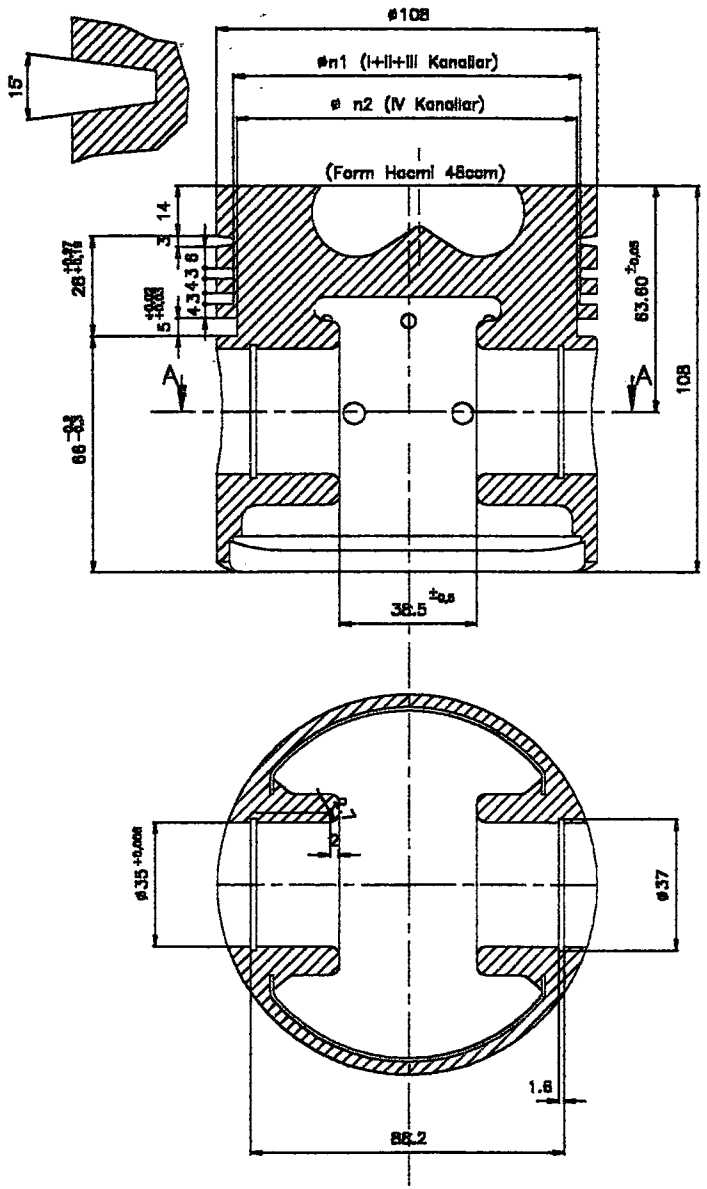
Grafik E.1.12


600
500
400
300
200
100
0
-100
-200
Krank Pimine Etki Eden Moment (Nm)
0
60
120
180
240
300
360
420
480
540
600
660
720
Mcp
Krank açısı (°)

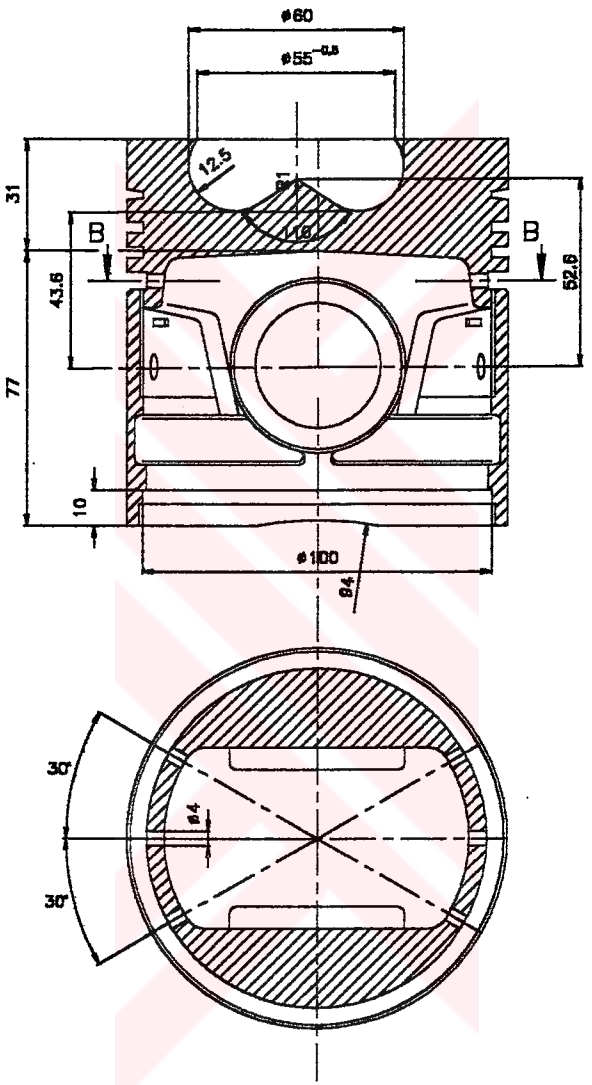
Grafik E.1.13

EK 2 (TEKNİK RESİMLER)

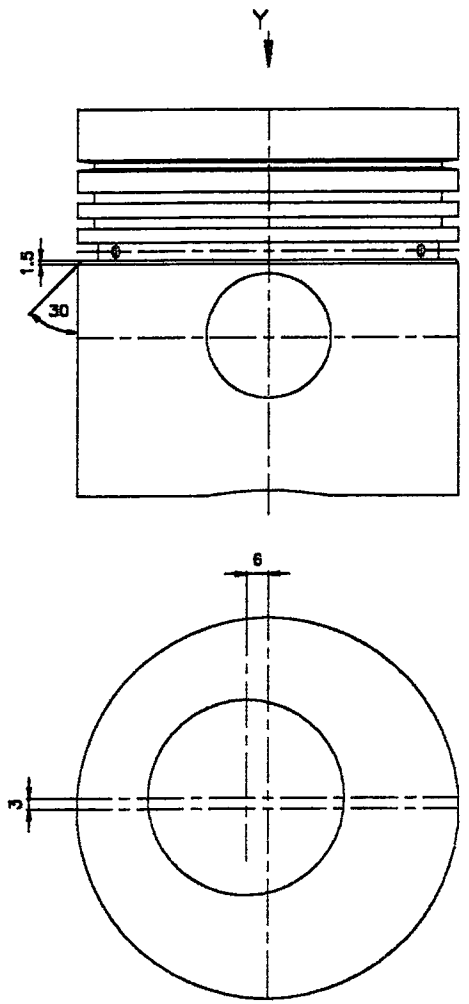
ønl−0.20	øn2−0.20
97,60	96.70



KESIT A–A

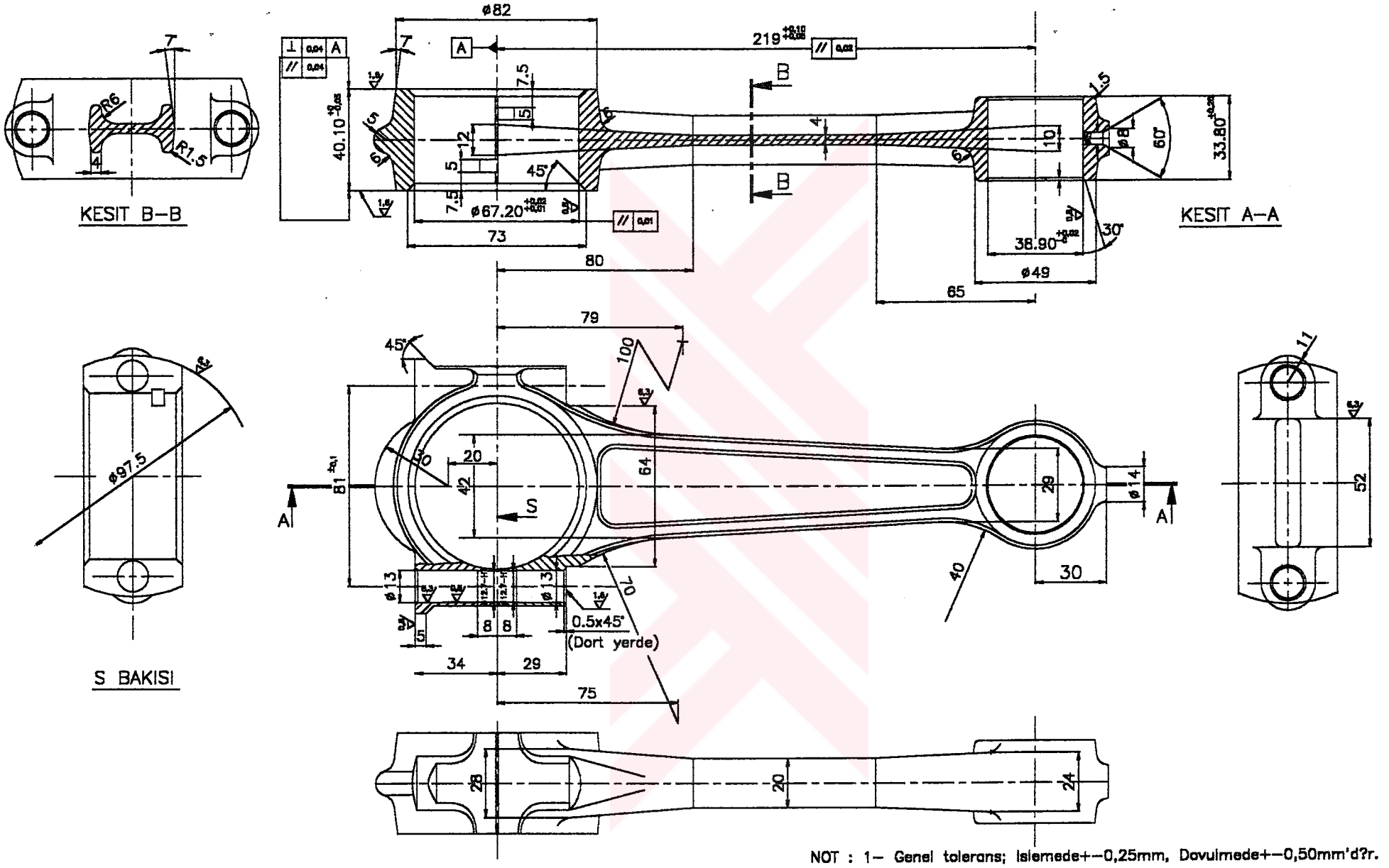


KESIT B–B



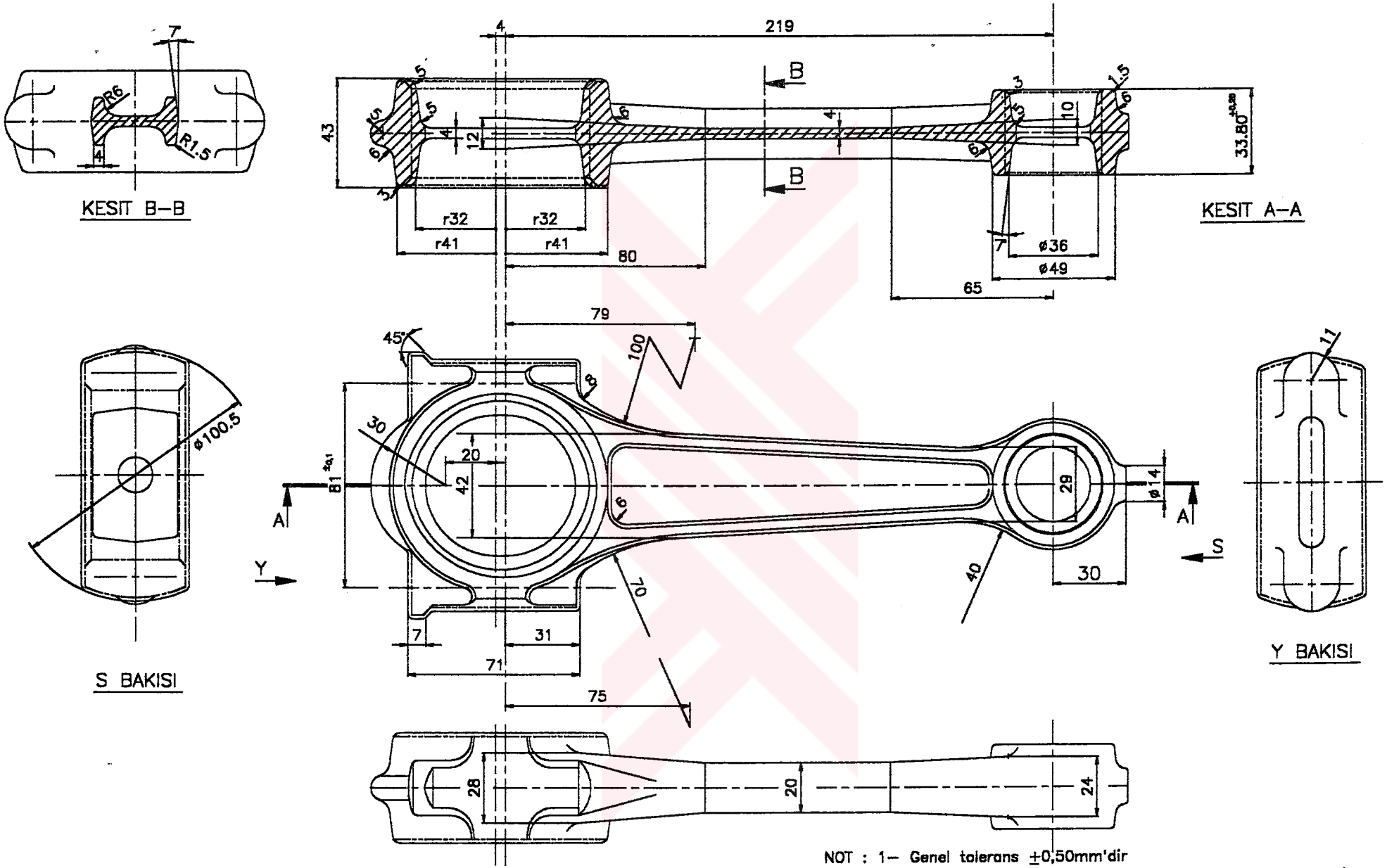
Y BAKISI

Ölçek	Malzeme			Parçanin Adi	YILDIZ TEKNIK UNIVERSITESI
1/1	KS.1275	Çizen	O.Ahmet BATU	PISTON (108'lik)	
		Tarih	01.05.1996		Resim No: 1

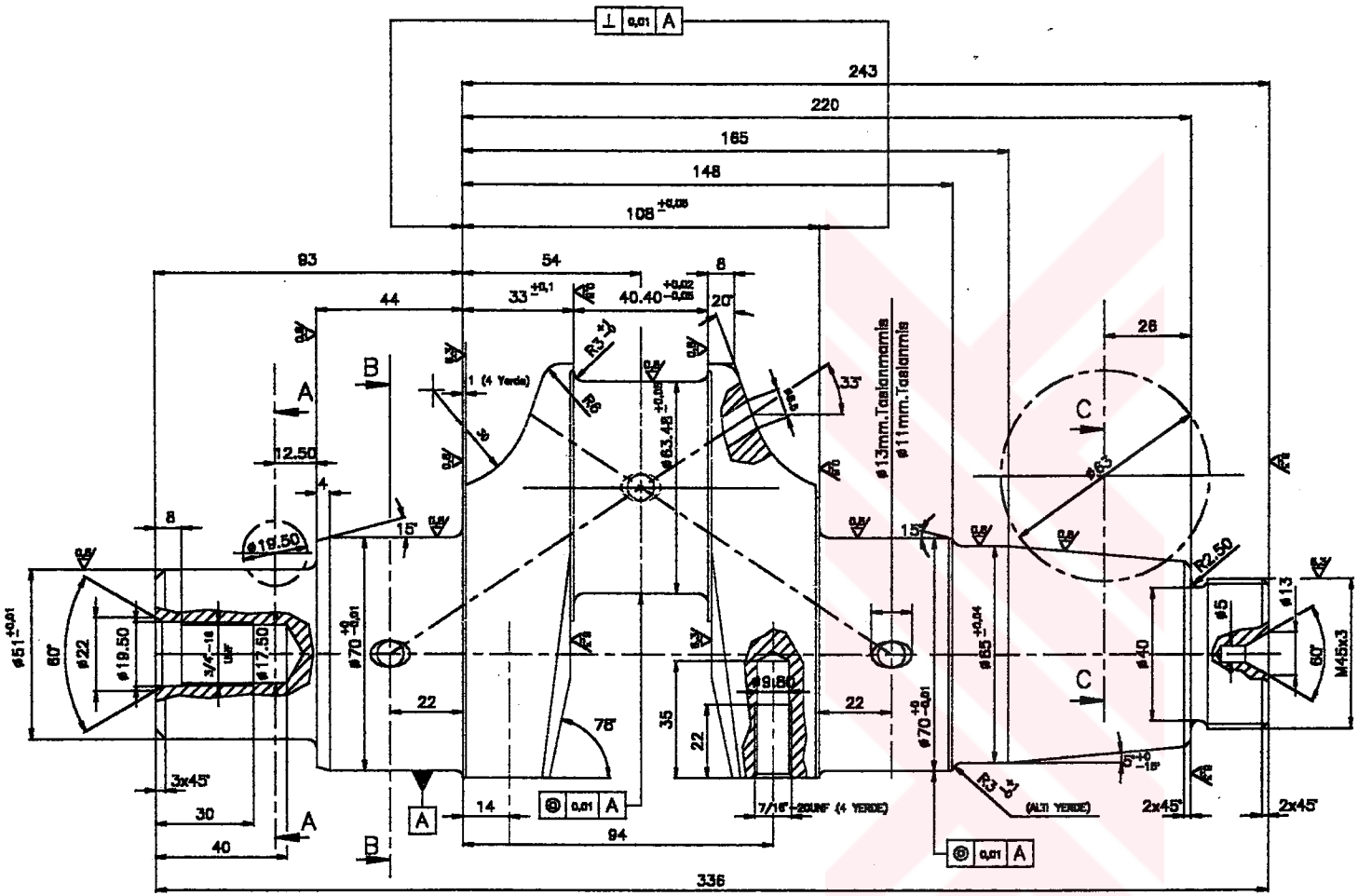


NOT : 1– Genel tolerans; Islemede+–0,25mm, Dovulmede+–0,50mm'd?r.
2– Verilmeyen radyusler r6 mm'dir.

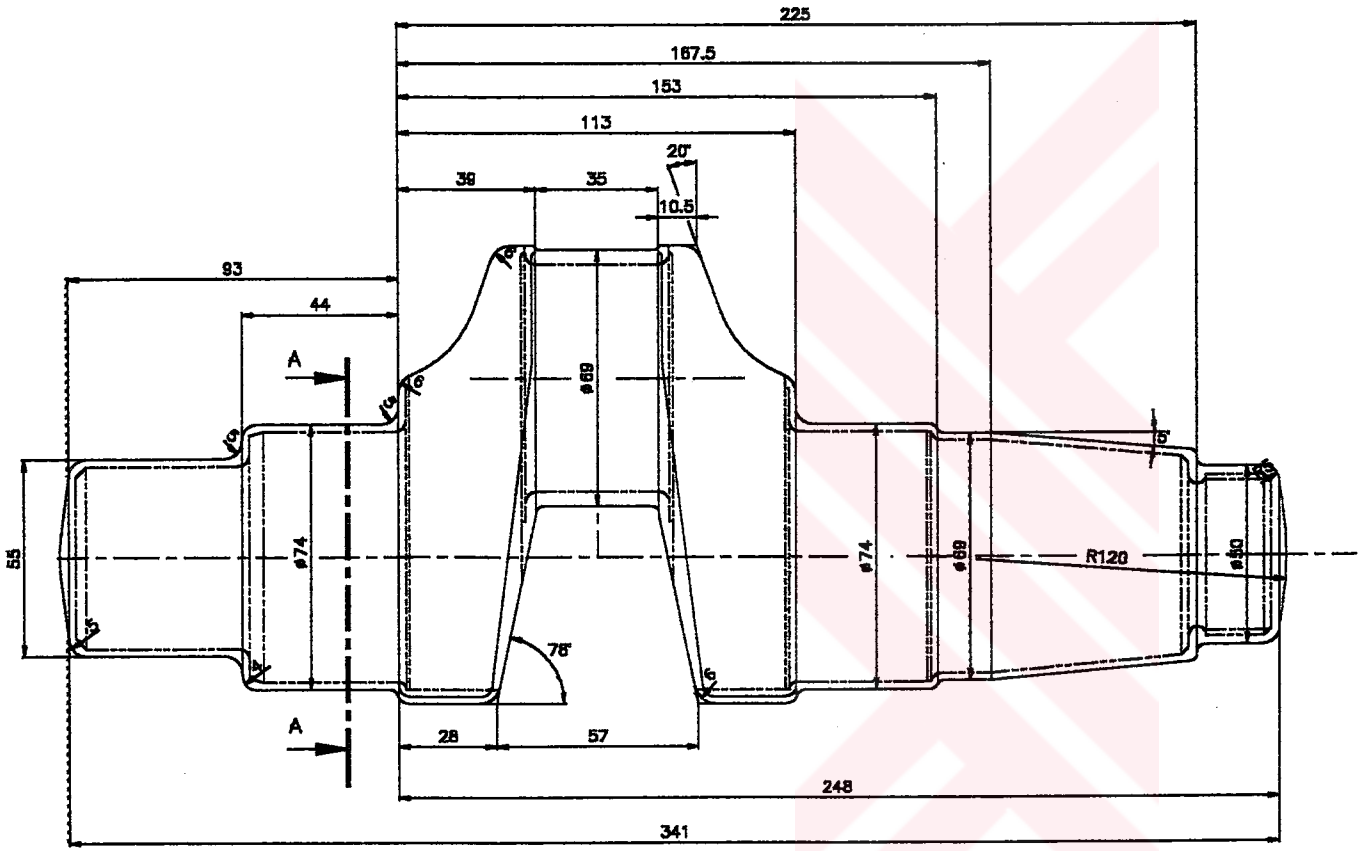
Olcek	Malzeme			Parcanin Adi	YILDIZ TEKNIK UNIVERSITESI
1/1	SAE 4140	Cizen	O.Ahmet BATU	BIYEL	
		Tarih	06.05.1996		Resim No: 2

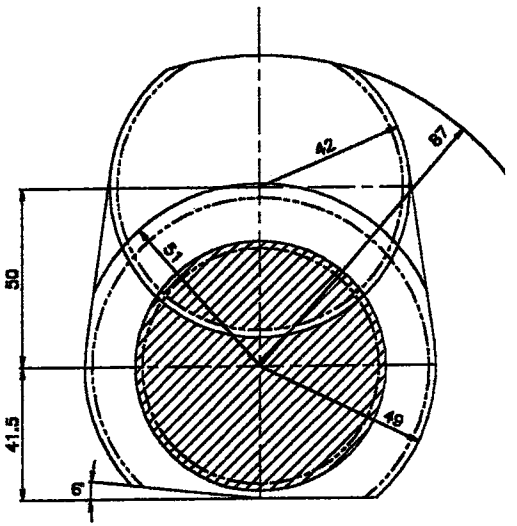


Olcek	Malzeme			Parcanin Adi	YILDIZ TEKNIK UNIVERSITESI
1/1	SAE 4140	Cizen	O.Ahmet BATU	BIYEL (DOVME)	Resim No: 3
		Tarih	12.05.1996		



Olcek	Malzeme			Parcanin Adi	YILDIZ TEKNIK UNIVERSITESI
1/1	SAE 5140	Cizen	O.Ahmet BATU	T.S. KRANK MILI	
		Tarih	17.05.1996		Resim No: 4

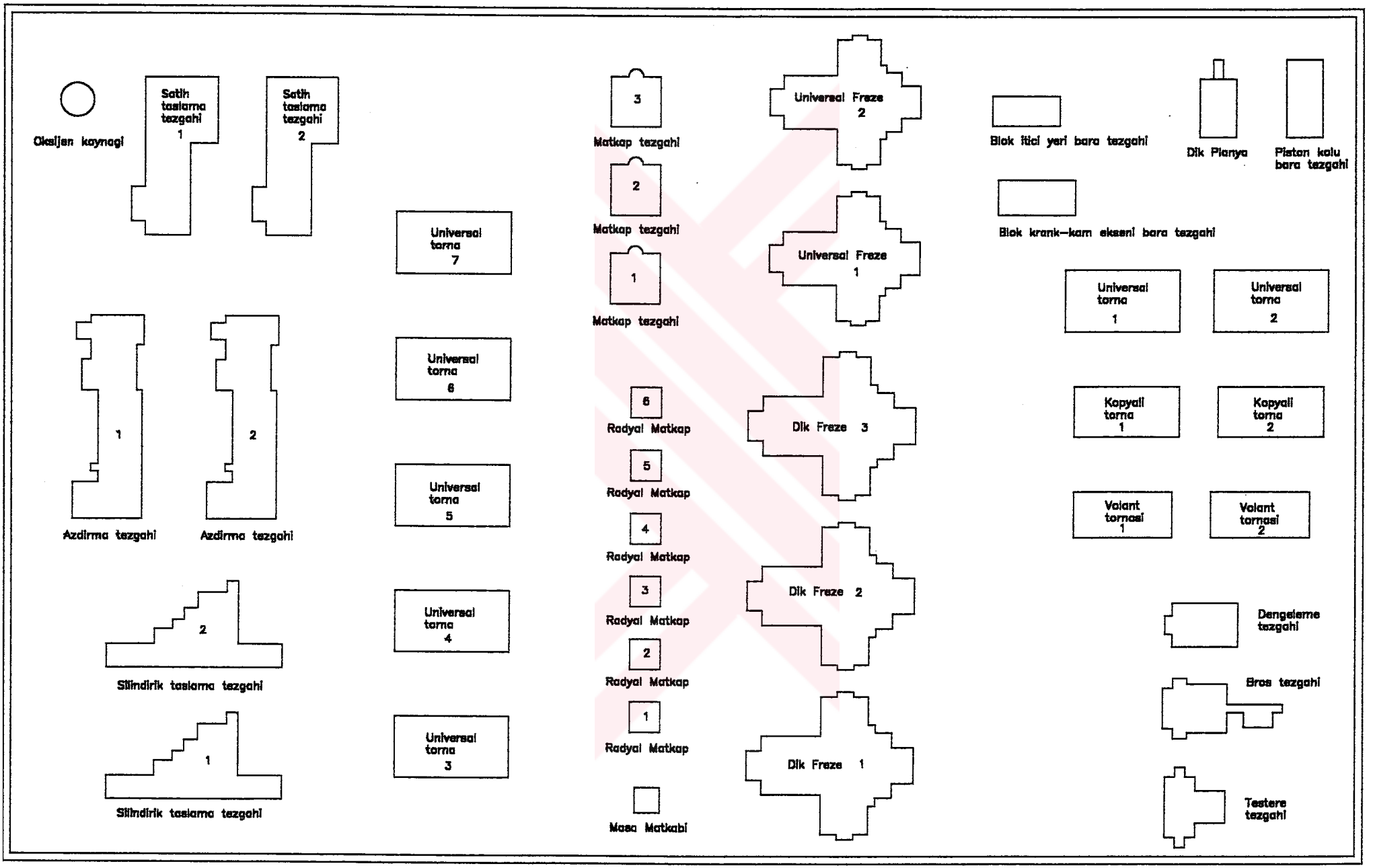




KESIT A–A

Ölçek	Malzeme			Parçanın Adı	YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
1/1	SAE 5140	Çizen	O.Ahmet BATU	T.S. KRANK MİLİ (DOVME)	
		Tarih	18.05.1996		Resim No: 5

FABRIKA MAKINA YERLESIM PLANI



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	30 Nisan 1971	
Doğum Yeri	Ankara	
Eğitim	1983 - 1989	İstanbul Kadıköy Anadolu Lisesi
	1990 - 1994	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
	1994 -	Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Programı