TÜRBOSAN®
POMPA VE POMPA SİSTEMLERİ

# POMPA EL KİTABI

TÜRBOSAN®

POMPA EL KİTABI

TÜRBOSAN®
POMPA VE POMPA SİSTEMLERİ

**Türbosan Türbomakinalar San. ve Tic. A.Ş.**
Makine İhtisas Organize Sanayi Bölgesi
5. Cad. No: 33 41455 Dilovası - KOCAELİ
Tel: +90 (262) 722 95 40 pbx
Faks: +90 (262) 722 95 39
**E-mail: sp@turbosan.com / servis@turbosan.com**
**www.turbosan.com**

TS EN ISO 9001:2015

**www.turbosan.com**

TÜRBOSAN®

POMPA VE POMPA SİSTEMLERİ

***Kusursuz Ürün, Kaliteli Hizmet***

K - Q
TSE-ISO-EN
9000

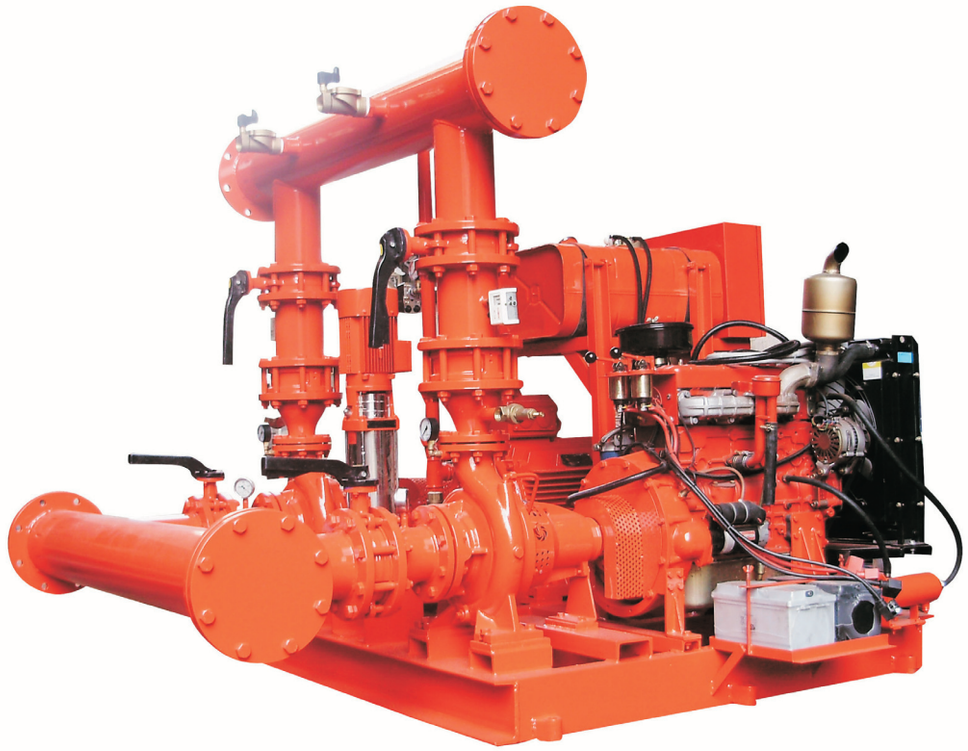
**TS EN ISO 9001:2015**

CE

TÜRBOSAN®

POMPA VE POMPA SİSTEMLERİ

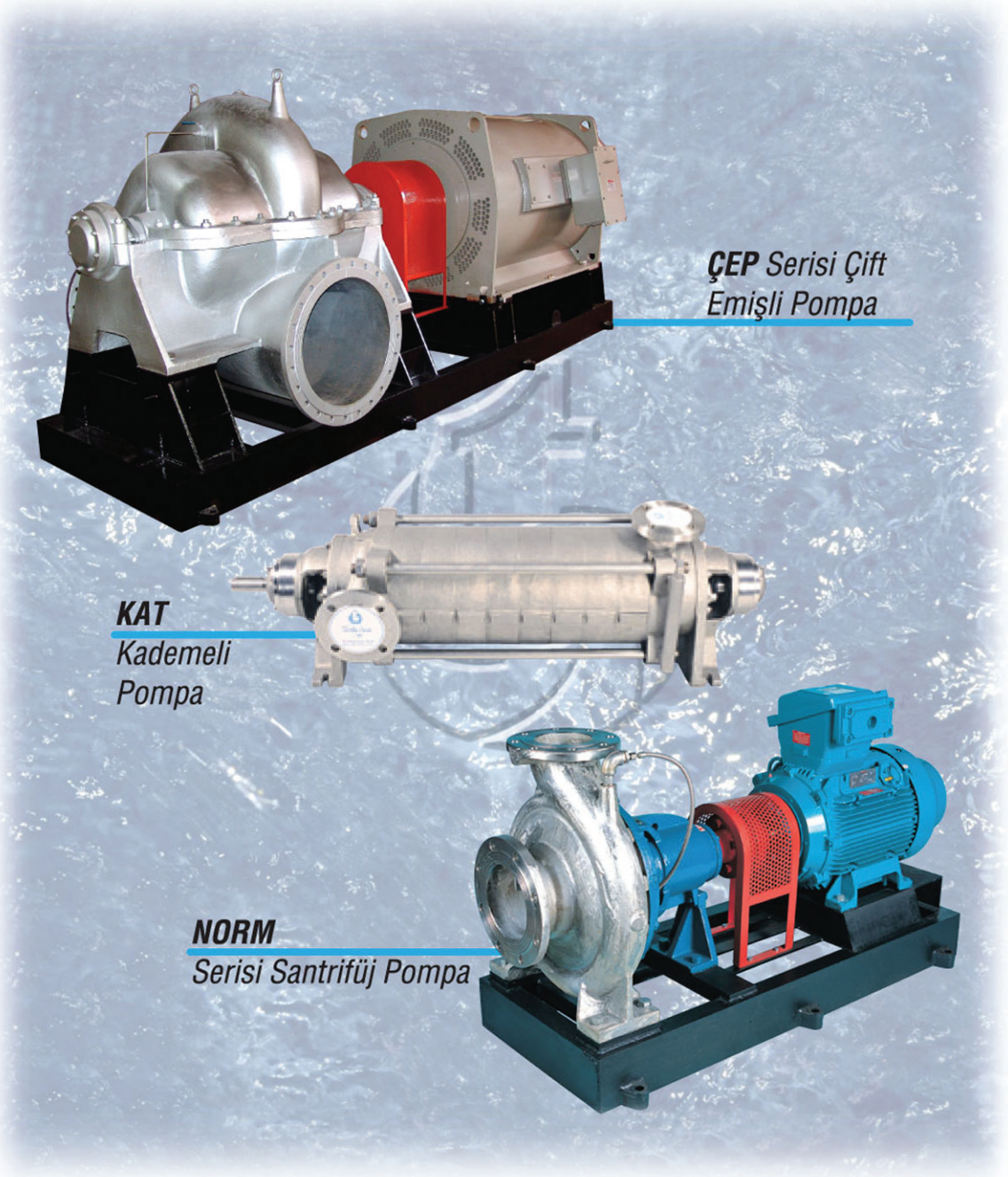
***Kusursuz Ürün, Kaliteli Hizmet***



K - Q
TSE-ISO-EN
9000

**TS EN ISO 9001:2015**

CE


**ÇEP** Serisi Çift
Emişli Pompa
**KAT**
Kademeli
Pompa
**NORM**
Serisi Santrifüj Pompa

TÜRBOSAN®
POMPA VE POMPA SİSTEMLERİ

# POMPA EL KİTABI


**HAZIRLAYANLAR**

Prof.Dr.Erkan AYDER – Ufuk KALMANOĞLU
ve
TÜRBOSAN A.Ş. AR-GE Grubu

**Firma Adı** **:** TÜRBOSAN TÜRBOMAKİNALAR SAN. Ve TİC. A.Ş.
**Adres** **:** Makine İhtisas Organize Sanayi Bölgesi 5. Cad. No: 33
41455 Dilovası - KOCAELİ

Tel : +90 (262) 722 95 40 pbx
Faks : +90 (262) 722 95 39
E-mail : (yurt içi) sp@turbosan.com
E-mail : servis@turbosan.com
Web : www.turbosan.com

1. Baskı : Eylül 2006
2. Baskı : Eylül 2011
3. Baskı : Haziran 2017

Editör : TÜRBOSAN TÜRBOMAKİNALAR SAN. Ve TİC. A.Ş.

© Copyright 2011 Türbosan A.Ş.
Tüm hakları saklıdır.

Bu kitaptaki bilgilerin kullanımından doğabilecek zararlar için sorumluluk kabul edilmez.

# ÖNSÖZ

Santrifüj pompa el kitabı, pompa ve pompa sistemi ile ilgili alanda çalışan teknik personelin temel ihtiyaçlarını karşılamak ve ihtiyacı olan bilgilere kolay ulaşmaları için hazırlanmıştır.

Santrifüj pompa el kitabı, pompa ile ilgili temel kavramları, pompa tesisatları ve pompa istasyonları yapısını, pompa bakım ve onarımı ile ilgili işletme bilgilerini, çeşitli temel mühendislik hesap ve tablolarını kapsamaktadır. Pompa ile ilgilenen teknik elemanlara yardımcı olacağını ümit ediyoruz.

Pompa El Kitabının ikinci baskısı, ülkemizin Makina Mühendisliği eğitimi veren tüm üniversitelerine gönderilerek, makina mühendisi adaylarının eğitimlerine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Firmamızın son yıllarda daha büyük önem verdiği Ar-Ge çalışmalarınız bir sonucu olan, firmamız için önemli kilometre taşlarından biri olarak düşündüğümüz, % 90 verime ulaşan ÇEP EFF 350/450 tipi çift emişli pompamız ile duyduğumuz gururu sizlerle paylaşmak isteriz.

Bu kitabının hazırlanmasında destek ve katkılarından dolayı Yönetim Kurulu Başkanımız Sedat SİLAHTAROĞLU, Genel Müdürümüz Ufuk KALMANOĞLU, Danışmanımız Prof. Dr. Erkan AYDER ve Ar-Ge ve Teknoloji departmanı çalışanları başta olmak üzere tüm Türbosan mensuplarına teşekkür ederiz.

TÜRBOSAN TÜRBOMAKİNALAR
SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

# Üçüncü Baskı İçin

Endüstrideki pompalama sistemi tasarımcılarına ve pompa kullanıcılarına yönelik olarak hazırlamış olduğumuz pompa el kitabının ilk iki baskısı umduğumuzun üzerinde ilgi gördü ve kısa sürede tükendi. Pompa el kitabının üçüncü baskısını, Atık su pompalarında aşınma türleri, malzeme secimi ve katodik korumayı konu alan yeni bir bölüm ekleyerek güncelledik. Daha yüksek verimli pompalama sistemleri tasarlamanız dileğimizle kitabımızın üçüncü baskısını kullanımınıza sunmaktan büyük bir mutluluk duymaktayız. Haziran 2017.

Türbosan Türbomakinalar Sanayi ve Ticaret A.Ş

# TÜRBOSAN A.Ş. TARİHÇESİ

Türbosan A.Ş. 1971 yılında kurulmuştur.

| | |
|---|---|
| 1971 | Tarımsal amaçlı sulama ve yağmurlama pompaları |
| 1972 | Norm pompa imalatı |
| 1973 | Kademeli pompa imalatı |
| 1974 | EKS-E/K Eksenel ve Karışık Akımlı pompa imalatı |
| 1975 | Çift emişli ÇEP pompa imalatı |
| 1978 | Monopompun imalatı |
| 1979 | ÇAP serisi pissu ve kanalizasyon pompa imalatı |
| 1980 | DAÇ tipi dalgıç pissu ve kanalizasyon pompanın imalatı |
| 1981 | Motor ve Elle Kumandalı Kelebek Vanaların imalatı |
| 1982 | Çekvalfin imalatı |
| 1981 | Düşey milli çift emişli pompa imalatı |
| 1982 | Türbin (Banki tipi) imalatı |
| 1982 | Türbosan ilk defa yurtdışına ihracata başlamıştır. |
| 1983 | Proses pompaların imalatı |
| 1983 | Francis ve Kaplan tipi Türbinin imalatı |
| 1983 | Burgulu pompanın imalatı |
| 1986 | DAÇ-E/K Tüplü dalgıç pompaların imalatı |
| 1987 | Das Dalgıç pompaların seri imalatına başlanması |
| 1988 | Parçalayıcı bıçaklı pompanın seri imalatına başlanması |
| 1990 | İhracatta Dünyaya açılmaya başlanması |
| 1991 | Derin kuyu dalgıç pompaların piyasaya sunulması |
| 1991 | Benzinli ve kendinden emişli motopompların piyasaya sunulması |
| 1993 | Çep 700/710 çift emişli pompanın imalatı ($Q_{max}$: 11000 m³/h) |
| 1994 | ISO 9001 Belgesinin alınması |
| 1994 | EKS-K 1200 Eksenel kolon borulu pompanın imalatı ($Q_{max}$: 12000 m³/h) |
| 1995 | Paslanmaz evsel pissu ve kanalizasyon dalgıç pompalarının piyasaya sunulması |
| 1999 | En küçük Çep 65/250 pompanın imalatı |
| 2002 | 400 kW Soğutma ceketli pissu dalgıç pompanın imalatı |
| 2003 | En büyük burgulu pompanın imalatı ($Q_{max}$: 5000 m³/h) |
| 2004 | Hafif dalgıç pompa imalatı |
| 2004 | Pompa seçim programının (TPS) hazırlanması |
| 2005 | Projelerin üç boyutlu (3D) hazırlanması |
| 2005 | Soğutma ceketli dalgıç pompa serisinin tamamlanması |
| 2005 | Çift emişli ve Norm pompa serisinin geliştirilmesi |
| 2006 | Pompa el kitabının hazırlanması |
| 2006 | Pompa dizayn analizlerinin bilgisayar ortamında yapılması |
| 2006 | Dalgıç pompa serisinin genişletilmesi |
| 2006 | Gelişmiş yazılımlar ile pompalardaki akışın (3D) analizinin yapılması |
| 2007 | Hidrofor pompa sistemlerinin oluşturulması |
| 2007 | Yangın pompa sistemlerinin yapılması |
| 2008 | Yüksek verimli Norm-EFF ve Çep-EFF pompaların imalatına başlanılması |
| 2010 | Yüksek verimli Dalgıç DAS-EFF pompaların imalatına başlanılması |
| 2013 | Türbosan A.Ş. Kocaeli, Dilovası'ndaki yeni tesisine taşınmıştır. |
| 2014 | Norm ve Çep yangın sistemi pompalarımız UL Listed olmuştur. |

## İÇİNDEKİLER


**Bölüm 1 TERİMLER, NOTASYON VE TEMEL BAĞINTILAR ..... 1**

**Bölüm 2 POMPALAR VE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR .....3**

2.1 Debi (Q) .....3
2.2 Manometrik yükseklik ve pompanın manometrik yüksekliği (Hm) .....3
2.3 Basılan Sıvı Yoğunluğunun Pompa Manometrik Yüksekliğine ve Pompa Çıkış Basıncına Etkisi .....5
2.4 Güç Tanımları .....6
2.5 Pompa Verimi ve Sistem Verimi :ηp .....8
2.6 Özgül Hız ve Verim .....9
2.6.1 Özgül Hızın Tanımı .....9
2.6.2 Pompalarda Teorik Verim .....10
2.7 Pompa Mil Çapı Hesabı .....11

**Bölüm 3 POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI VE POMPA TİPLERİ ..... 13**

3.1 Hacimsel (Volumetrik / Pozitif deplasmanlı) pompalar.....13
3.2 Rotadinamik pompalar.....14
3.2.1 Rotadinamik pompaların akış yapısına – çark tipine - göre sınıflandırılması .....15
3.2.2 Rotadinamik pompaların yapısal özelliklerine göre sınıflandırılması .....16
3.3 Tek Kademeli Salyangozlu Santrifüj Pompalar .....18
3.4 Çift Emişli Santrifüj Pompalar .....18
3.5 Kademeli Santrifüj Pompalar .....19
3.6 Dalgıç Kanalizasyon Pompaları – Su Soğutmalı .....19
3.7 Parçalayıcı Bıçaklı Dalgıç Pompa .....19
3.8 Dalgıç Kanalizasyon Pompaları – Yağ Soğutmalı .....19
3.9 Kanalizasyon ve Pis Su Pompaları .....20
3.10 Salyangozlu Proses Tipi Pompalar .....20
3.11 Karışık ve Eksenel Akımlı Pompalar .....20
3.12. Tüplü Dalgıç Pompalar .....21
3.13 Burgulu (Arşimet) Kanalizasyon Pompaları .....21
3.14 Dalgıç Pompalar .....22

**Bölüm 4 POMPALARIN İŞLETME PERFORMANSLARI ..... 25**

4.1 Karakteristik Eğriler .....25
4.1.1 Pompanın Optimum Çalışma Noktası .....26
4.2 Pompa performansının değişik işletme koşullarını sağlayacak biçimde ayarlanması .....26
4.3 H-Q karakteristiğinin basma tarafına konulan orifis ile değiştirilmesi .....26
4.4 Santrifüj pompaların kalkış momentleri, yol verme ve durdurma zamanları .....26
4.5 Pompanın kalkış ve durma zamanlarının belirlenmesi .....29
4.6 Minimum debi .....30
4.7 Pompaların optimum çalışma aralıkları .....31
4.8 Yanlış Hm talebinin yol açtığı problemler .....32
4.9 Eksenel itme ve dengeleme şekilleri .....33

**Bölüm 5 POMPA TESİSATLARINDA SİSTEM KARAKTERİSTİĞİ VE YÜK KAYIPLARI ... 37**

5.1 Sistemin karakteristiği .....37
5.2 Sistem karakteristiği, sistem verimi .....38
5.3 Yük kayıpları: Sürekli kayıplar, Yersel kayıplar .....39
5.3.1 Sürekli yük kayıpları .....39
5.3.2 Yersel yük kayıpları .....42
5.4 Boru çapı seçimi .....43
5.4.1 Hμ hesabında kullanılan formüller .....43
5.5 Pompa ve tesisatın ortak çalışma noktası .....44

5.5.1 Sistem kayıplarının artması ve pompanın manometrik yüksekliğine etkisi .....49
5.5.2 Geometrik yüksekliğin değişken olması ve pompanın çalışma noktasına etkisi .....49
5.5.3 Kısık vana karakteristiği .....50
5.6 Pompa çalışma noktasının devir sayısı değiştirilerek ayarlanması .....50
5.7 Pompa ve boruların paralel ve seri bağlanması .....51
5.7.1 Paralel bağlama .....51
5.7.1.1 Aynı üç pompanın paralel bağlı olarak çalışması hali .....51
5.7.1.2 Farklı iki pompanın paralel çalışması hali .....52
5.7.1.3 Hacimsel –volumetrik- pompa ile santrifüj pompanın paralel bağlı çalışması hali .....53
5.7.1.4 Paralel bağlı boru sisteminin karakteristiği .....53
5.7.1.5 Paralel bağlama ile ilgili bazı önemli hususlar .....54
5.7.2 Seri bağlama .....55
5.7.2.1 Pompaların seri bağlanması .....55
5.7.2.2 Seri bağlı boru sisteminin karakteristiği .....56
5.8 Bazı önemli hususlar .....56
5.8.1 Debi arttırma yollarının değerlendirilmesi .....56
5.9 Karmaşık şebekelerde pompa çalışma noktasının bulunması .....58
5.9.1 İki depoyu besleyen tek pompa .....58
5.9.2 Farklı hazneden emiş yapan iki pompanın paralel çalışması .....59
5.9.3 İki depoya paralel basma-bir hat ek pompalı .....59
5.9.4 Sirkülasyon devreleri .....60
5.9.5 Basma yüksekliği negatif olan tesisatlar .....60
5.10 Pompa karakteristiği kararsız olan tesisatlar .....61
5.11 Pompalama sistemlerinde manometrik yükseklik ve yük kayıpları örnekleri .....61

**Bölüm 6 POMPALARIN ÇALIŞMA ARALIĞINI BELİRLEYEN FİZİKSEL OLAYLAR – KAVİTASYON VE KARARSIZLIK (SURGE) ..... 67**

6.1 Kavitasyon .....67
6.1.1 Giriş .....67
6.1.2 Emmede Net Pozitif Yük : ENPY .....68
6.1.3 Gerekli Emme Net Pozitif Yükü: ENPYP .....68
6.1.4 Tesisin Emme Net Pozitif Yükü: ENPYT .....69
6.1.5 Emme özgül hızı: Sq .....73
6.1.6 Sıcak su ve hidrokarbonların pompalanması halinde ENYPP'nin hesabı .....75
6.1.7 Kavitasyon kontrolü ve emme yüksekliğinin hesabı .....75
6.1.8 Referans düzlemi .....76
6.1.9 Kavitasyona etki eden faktörler .....76
6.1.10 Kavitasyon erozyonu .....77
6.1.11 Kavitasyona karşı alınabilecek önlemler .....78
6.1.12 Çarkların, çark malzemesine göre dayanabileceği en büyük çevresel hız değerleri .....79
6.2 Kararsızlık ve Surge .....79
6.3 Örnek 1: Pompanın Kavitasyonlu Çalışıp Çalışmadığının Hesabı .....80

**Bölüm 7 POMPALARIN PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ .....83**

7.1 Pompa çarkının dönme sayısının değiştirilmesi .....84
7.2 Pompa çarkının çapının değiştirilmesi .....85

**Bölüm 8 VİSKOZ SIVILARIN POMPALANMASI VE POMPA SEÇİMİ .....89**
8.1 Viskozite özelliği .....89
8.2 Su kullanılarak ölçülmüş pompa karakteristiklerinin pompanın sudan daha viskoz bir akışkan basması haline dönüştürülmesi .....89
8.3 Viskoz sıvı pompalanması halinde gerekli debi ve manometrik yüksekliği sağlayacak pompanın seçimi .....92
8.4 Örnekler .....93
8.4.1 Örnek 1 Pompanın su için mevcut olan karakteristiklerinin viskoz sıvı basması .....93
8.4.2 Örnek 2 Viskoz sıvı basacak pompanın seçimi .....94

**Bölüm 9 HİDROFOR SİSTEMLERİ ..... 97**

9.1 Hidrofor Sistemi .....97
9.1.1 Kullanma Suyu Hidroforunun Debisinin Belirlenmesi (Q) .....97
9.1.2 Hidrofor Sisteminde, Hidrofor Basıncının (Hm) Hesaplanması .....98
9.1.3 Basınç Sınırlarının Belirlenmesi (Zonlama) .....99
9.1.4 Hidrofor Sistemi Bağlantı Şeklinin Tesbiti .....102
9.1.5 Hidrofor sistemi için gerekli ekipmanlar .....103
9.1.6 Membranlı Genleşme Tankı (Deposu) .....103
9.2 Tesislerin Su Kullanım Miktarları .....105

**Bölüm 10 POMPA TESİSATLARININ TASARIM, İŞLETME VE BAKIMI .....109**

**A. NORM POMPALAR ..... 109**

10.1 Emniyet .....109
10.2 İşletmeci İçin Güvenli Kullanım Kuralları .....109
10.3 Pompa Arızalarının Önlenmesi .....109
10.4 Depolama Ve Taşıma .....110
10.4.1 Ambalajın Açılması .....110
10.4.2 Taşıma .....110
10.4.3 Depolama .....111
10.5 Pompa Temeli Ve Şase .....112
10.5.1 Motopomp Şase Gurubunun Montajı .....112
10.5.1.1 Ankraj saplaması ile zemine bağlama .....112
10.5.1.2 Dubelle zemine bağlama .....113
10.6 Kaplin Ayarı .....114
10.6.1 Kaplin Ayarının Yapılması .....114
10.6.2 Ayar Hatalarını Düzeltme .....116
10.7 Tesisatın Tasarımı .....116
10.7.1 Boru Hattı Ve Dikkat Edilecek Hususlar .....116
10.7.2 Debi Ayarı .....117
10.7.3 Kaçaklar .....117
10.7.4 Basıncın Denetimi .....117
10.7.5 Basma Borusu .....117
10.8 Emme Borusundan Kaynaklanan Sorunlar .....118
10.8.1 Pompalarda Emme Olayının Önemi .....118
10.8.2 Emme Borusu Çapının Önemi .....121
10.8.3 Pompanın Havalı Çalışması .....121
10.9 Pompanın Montajı ve Sökülmesi .....122
10.9.1 Pompanın Montajı .....122
10.9.2 Pompanın Sökülmesi .....123
10.10 Salmastra .....124
10.10.1 Yumuşak Paket Salmastralı Pompa .....124
10.10.2 Salmastranın Bakımı .....125
10.10.3 Salmastra Problemleri .....125
10.10.4 Mekanik Salmastralı Pompa .....126
10.10.5 Mekanik Salmastra Uygulamaları .....126
10.10.6 Türbosan Norm Tipi Pompalarda Kullanılan Rulman No'ları ve Mekanik Salmastra Çapları . 128
10.11 İşletme ve İşletme Dışı Esaslar .....129
10.11.1 Emniyet Esasları .....129
10.11.2 Rulmanlı Yatakların Kontrolu .....129
10.11.3 Çalıştırma Öncesi Kontrollar .....129
10.11.4 İşletmeye Alma .....130
10.11.5 Yol Verme Sıklığı .....131
10.11.6 İşletme Sırasındaki Kontroller .....131
10.11.7 Çalışma Dışı Haller .....132
10.11.8 Elektrik Motorları .....132

10.12 Pompanın Kısık Vanada Çalıştırılması ....132
10.13 Pompalarda Yağlama ....133
10.13.1 Gres Yağlı Yataklar ....133
10.13.2 Sıvı Yağlı Yataklar ....134
10.13.3 Emniyet Koşulları ....134
10.13.4 Yağ Kontrolu ....134
10.14 Rulmanlı Yataklar ....135
10.14.1 Temizlik ....135
10.14.2 Yatakların Özenle Sökülmesi ....135
10.14.3 Yataklarin Ve Milin Kontrolu ....136
10.14.4 Yeni Yataklarin Kontrolu ....136
10.14.5 Özenle Yerleştirme ....136
10.14.6 Tavsiye Edilen Yağ Değişim Aralığı ....136
10.15 Yatak Sıcaklıkları Ve Ölçülmesi ....137
10.16 Yeni Pompalara İlk Yolverme Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar ....137
10.17 Periyodik Bakım Ve Kontrol ....138
10.17.1 Boya ....139
10.17.2 Yedek Parça ....139
10.17.3 Sıkma Momenti ....140
10.17.4 Gürültü Seviyeleri ....140
10.17.5 Pompa Flanşlarında Müsaade Edilen Kuvvet ve Momentler ....141
10.18 Santrifuj Pompalarda Karakteristik Arızalar ve Nedenleri ....142
10.19 Pompa Kesit Resmi ve Parça Listesi ....144
10.20 Pompada Salmastra ve Kaplin Güvenlik Muhafazaları ....144
10.21 Norm Pompalar için yağ listesi ....145
**B. DALGIÇ (DAS) POMPALAR ....146**
10.22 Emniyet ....146
10.23 İşletmeci İçin Güvenlik Uyarıları ....146
10.24 Dönüş Yönü ve Elektrik Bağlantısı ....147
10.24.1 Dönme Yönü ....147
10.24.2 Elektrik Bağlantıları ....147
10.24.3 Kumanda Panosu ....148
10.24.3.1 Pano Çalıştırma ....148
10.24.3.2 Elektriksel Bağlantılarla İlgili Bilgiler ve Uyulması Gereken Kurallar.... 150
10.24.3.3 Elektrikli Ekipman ....155
10.24.3.4 Güç Kaynağı Voltajı ....155
10.24.3.5 Standart Dalgıç Pompa Panosu Çalışma Prensibi ....155
10.24.3.6 Bakım ve Kontroller ....156
10.24.4 Nakliye, Depolama, Taşımada Emniyet Tanımları ....157
10.24.4.1 Ambalajın Açılması ....157
10.24.4.2 Taşıma ....157
10.24.4.3 Depolama ....158
10.24.5 Tesisatın Tasarımı ....158
10.24.5.1 Boru Hattı ....158
10.24.5.1.1 Değişik Emme Yüksekliklerinde Çalışma ....159
10.24.5.1.2 Debi Ayarı ....159
10.24.5.1.3 Basıncın Denetimi ....159
10.24.6 Pompanın İstasyona Montajı ....159
10.24.6.1 Kızak Sisteminin Çalışma Şekli ....161
10.24.6.2 Pompanın Kurulması ve Boru Hattı İle Bağlantısı ....162
10.24.7 Pompanın Teknik Özellikleri ....163
10.24.7.1 Motor ....163
10.24.7.2 Soğutma Şekli ....163
10.24.7.3 Yataklar ....164
10.24.7.4 Sızdırmazlık ....164

10.24.7.5 Motor Sıcaklığı Koruma Sistemi .....164
10.24.7.6 Su Kaçağı Koruma Sistemi .....164
10.24.7.7 Kablo Bağlantısı .....164
10.24.7.8 Salyangoz .....164
10.24.7.9 Pompa Çark Tipleri .....164
10.24.7.10 Malzeme .....165
10.24.7.11 Boya .....165
10.24.8 Montaj Öncesi Yapılacak Kontroller .....166
10.24.8.1 Kurma Öncesi Kontroller .....166
10.24.8.2 Yapılacak Son İşler .....166
10.24.8.3 Motor İzolasyon Kontrolu .....166
10.24.8.4 Elektrik Kablosunun Kontrolu .....166
10.24.8.5 Hidrostatik Basınç Denemeleri .....167
10.24.9 İşletme ve İşletme Dışı Esaslar .....167
10.24.9.1 Tesis Projesi .....167
10.24.9.2 İlgili Şahıslar .....167
10.24.9.3 Emniyet Esasları .....167
10.24.9.4 Yataklar ve Yağlama .....168
10.24.9.5 Elektrik Bağlantısı .....168
10.24.9.6 Çalıştırma Öncesi Kontrollar .....168
10.24.9.6.1 Pompanın Bağlandığı Sistemin Kontrolu .....168
10.24.9.6.2 Pompanın Pano Sisteminin Kontrolu .....168
10.24.9.7 Çalıştırma .....169
10.24.9.8 Yol Verme Sıklığı (Start-Stop Sayısı) .....169
10.24.9.9 Özel Konular .....169
10.24.9.10 Çalışma Dışı Haller .....169
10.24.9.11 İlk Çalıştırma .....169
10.24.9.12 Servise Pompa Gönderme .....170
10.24.9.13 Dalgıç Pompalarla İlgili Uyarılar .....170
10.24.9.14 Uzun Süre Bekleyen Pompaları Tekrar Çalıştırmadan Önce Yapılacak Olan Kontrollar171
10.24.10 Dalgıç Pompalarda Bakım-Onarım, Montaj ve Demontaj .....171
10.24.10.1 Genel Bakım ve Onarım (Şekil 10.36) .....172
10.24.10.2 Das Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi .....173
10.24.10.3 Das (Hafif Tip) Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi .....174
10.24.10.4 Das Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi (11 kW ve üzeri) .....175
10.24.10.5 Das Tipi Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesine Montajı (1.5kW-11kW)176
10.24.10.6 Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesinden Sökülmesi (1.5kW-11kW) ..177
10.24.11 Daç-Y Tipi Yağa Soğutmalı Dalgıç Pompalar .....179
10.24.11.1 Genel Bakım ve Onarım .....179
10.24.11.2 Daç-Y Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi .....180
10.24.12 Daç-SC Tipi Soğutma Ceketli Dalgıç Pompalar .....181
10.24.12.1 Daç-SC'de Soğutma Sistemi .....181
10.24.12.2 Montaj Sırası .....181
10.24.12.3 Genel Bakım ve Onarım .....181
10.24.12.4 Daç-SC Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi .....183
10.24.13 Das ve Daç Tipi Dalgıç Pompada Mekanik Salmastra .....184
10.24.13.1 Mekanik Salmastra .....184
10.24.13.2 Mekanik Salmastranın Kontrolu .....185
10.24.14 Yağlama .....186
10.24.15 Kızak Montaj Şekilleri .....186
10.24.15.1 Kızak Sisteminde Sızdırmazlık .....188
10.24.16 Dalgıç Kızak Bağlantı (Ankraj) Ölçü Tablosu .....189
10.24.16.1 Dalgıç Pompa (Daç) Kızaklı Montaj Detayı ve Ölçü Tablosu .....189
10.24.16.2 Dalgıç Pompa (Das) Kızaklı Montaj Detayı ve Ölçü Tablosu .....190
10.24.16.3 Dalgıç Pompa (Das,Daç) Kızak Dirseği Ankrajı ve Kızak Borusu Üst Bağlantı Detayı 190

10.24.16.4 Dalgıç Pompa (Das,Daç) Kızaklı Montaj Boru Üst Sabitleme Parçası Detayı ve Ölçü Tablosu .....191
10.24.16.5 Dalgıç Pompa (Das,Daç) Kızaklı Montaj Kızak Borusu Detayı ve Ölçü Tablosu .....191

10.24.17 Dalgıç Pompa Motorlarında Kullanılan Kablo Kesitleri, Rulmanlar ve Mekanik Salmastra Çapları .....192
10.24.18 Arıza Tespiti .....193
10.24.18.1 Das Tipi Dalgıç Pompalarda Arıza Tespiti .....193
10.24.18.2 Daç-Y Tipi Pompalarda Arıza Tespiti .....195
10.24.18.3 Daç-SC Tipi Dalgıç Pompalarda Arıza Tespiti .....196
10.24.19 Dalgıç Pompa Kesit Resimleri .....197
10.24.19.1 Das Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi .....197
10.24.19.2 Daç Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi .....199
10.24.19.3 Daç-SC Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi .....200
10.24.20 Pompa Tip İstasyonları .....201

**Bölüm 11 POMPA KABUL DENEYLERİ ..... 203**

11.1 ISO Standardları .....203
11.1.1 ISO 9906 Standardı .....203
11.2 DIN Standardı (DIN 1944) .....207
11.3 TS Standardları .....209

**Bölüm 12 POMPALARDA VE POMPALAMA TESİSATLARINDA GÜRÜLTÜ EMİSYONU..211**

12.1 Genel kavramlar .....211
12.2 Gürültünün ölçümü .....212
12.3 Gürültü kaynakları .....213
12.4 Pompaların gürültü seviyeleri .....213
12.5 Gürültüyü azaltmak için göz önünde bulundurulması gereken hususlar .....214
12.6 Çevresel ölçütler .....214
12.6.1 Yatay Eksenli Pompalarda Titreşim Değeri (TS EN ISO 9905) .....215
12.6.2 Düşey Milli Pompalarda Titreşim Değeri .....216

**Bölüm 13 POMPA İŞLETME KARAKTERİSTİKLERİNİN MONİTORE EDİLMESİ VE KESTİRİCİ – ÖNLEYİCİ – BAKIM ..... 217**

13.1 Basınç ölçümleri .....218
13.2 Debi ölçümleri .....219
13.2.1 Diyafram(orifis), lüle ve venturi ile debi ölçümleri .....219
13.2.2 Manyetik debimetreler .....220
13.2.3 Ultrasonik debimetreler .....220
13.2.4 Vorteksli debimetreler .....221
13.2.5 Açık kanallarda savak ile debi ölçümleri .....221
13.3 Güç ölçümleri .....222
13.4 Devir sayısı ölçümleri .....223
13.5 Sıcaklık ölçümleri .....223
13.6 Titreşim ölçümleri .....223
13.7 Kestirici Bakım .....223

**Bölüm 14 SU DARBESİ ..... 225**

14.1 Genel .....225
14.2 Su darbesinin oluşumu ve gelişimi .....225
14.3 Çekvalfli pompa tesisatları .....229
14.4 Su darbesinin kontrolü ve alınacak önlemler .....229
14.5 Darbe Önleme Vanası .....230

**Bölüm 15 POMPALARA YOL VERME ..... 233**

15.1 Elektrik motoru ile pompalara yol verme .....233
15.1.1 Elektrik motorlarının devir sayıları .....233
15.1.2 Elektrik motorları için ortam koşulları .....234
15.1.3 İzolasyon sınıfı .....234
15.1.4 Koruma dereceleri .....235
15.1.5 Motorlarda start-stop sayıları (yol verme sıklığı) .....236
15.2 İçten yanmalı motorlar ile pompalara yol verme .....237
15.3 Frekans konvertörü kullanımı .....240
15.4 Üç fazlı motorlarda arızalar ve çözümleri .....242

**Bölüm 16 ATIK SU POMPALARINDA AŞINMA TÜRLERİ VE MALZEME SEÇİMİ ..... 243**

**Bölüm 17 POMPA İLE İLGİLİ STANDARTLAR ..... 255**

16.1 AT Standartları .....255
16.2 CE işareti (Güvenlik tedbirleri) .....255
16.3 İşaret ve semboller .....259

**Bölüm 18 POMPA TİP İSTASYONLARI ..... 261**

**Bölüm 19 BASILAN SIVI ÖZELLİĞİNE GÖRE POMPALARDA MALZEME SEÇİMİ .....279**

**EK TABLOLAR: ..... 287**

Tablo : 1 Sürekli boru kayıpları .....288
Tablo : 2 Moody diyagramı .....289
Tablo : 3 Akışkanların kinematik vizkozite ve yoğunlukları .....290
Tablo : 4 Çeşitli malzemelerin pürüzlük yükseklikleri .....291
Tablo : 5 Yersel elemanların kayıp katsayısı .....292
Tablo : 6 Ölçü birimleri ve dönüşümleri .....296
Tablo : 7 Alaşım elementlerinin çeliklerin özelliklerine etkileri .....301
Tablo : 8 Çok büyük ve çok küçük sayıların sembolleri .....301
Tablo : 9 Yunan alfabesi karakterleri .....302
Tablo : 10 Suyun pH değerinin sıcaklıkla değişimi .....302
Tablo : 11 Çeşitli sıvıların yoğunluk ve viskoziteleri .....303
Tablo : 12 Fuel-Oil'lerin viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi .....303
Tablo : 13 Çeşitli sıvıların kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi .....304
Tablo : 14 Madeni yağların (SAE) kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi (S.G.=0,82-0,95) 304
Tablo : 15 Çeşitli içecek ve maddelerin pH değerleri .....305
Tablo : 16 Çeşitli sıvıların normalite değerlerine göre pH değerleri .....306
Tablo : 17 Bazı gazların standart atmosfer basıncında (patm,mutlak=1,01325bar) fiziksel özellikler .. 307
Tablo : 18 Hava basıncının deniz seviyesinden yükselti ile değişimi .....307
Tablo : 19 Suyun buharlaşma basıncının sıcaklıkla değişimi .....307
Tablo : 20 Bazı metal alaşım ve katı cisimlerin yoğunlukları .....308
Tablo : 21 Mühendislikte kullanılan bazı formüller .....309
Tablo : 22 Flanş Normları .....313
Tablo : 23 Kama ve kama yuvası standardı .....321
Tablo : 24 Çok kullanılan tolerans sınıflarının numerik değerleri .....322
Tablo : 25 Çeşitli cihazların ortalama enerji ihtiyacları .....323
Tablo : 26 Akış hızı ve Boru çapına göre, boru içinden geçen debi miktarı .....324
Tablo : 27 Derinkuyu Dalgıç Pompa Sondaj Kuyu Tip Montajı .....325
Tablo : 28 Çelik Boru Ağırlık Cetveli .....326
Tablo : 29 Elektrik motorlarının beslemesi için jeneratör seçimi .....327

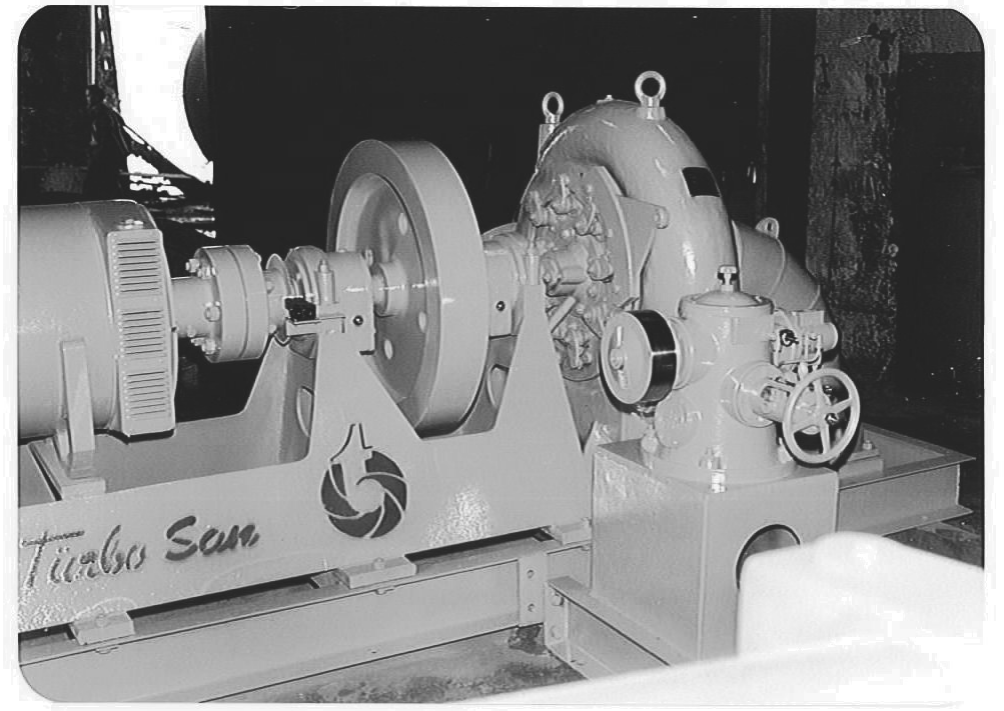
# BÖLÜM 1

## TERİMLER, NOTASYON VE TEMEL BAĞINTILAR

Bu bölümde bu kitapta kullanılan terimler, sembolleri ve ilgili bağıntı ve açıklamalar yer almaktadır.

| Terim | Sembolü | Birimi | Açıklama |
|---|---|---|---|
| Debi – Hacimsel | Q | $m^3$/sn, lt/sn, lt/dak, $m^3$/h | Pompadan ya da borudan birim zamanda geçen akışkanın hacmi |
| Toplam debi | $Q_T$ | | Pompadan ya da borudan birim zamanda geçen akışkanın hacmi |
| Debi – Kütlesel | m | kg/sn, kg/dak | Pompadan ya da borudan birim zamanda geçen akışkanın kütlesi |
| Geometrik basma yüksekliği | $H_g$ | m | Emme ve basma depolarındaki serbest sıvı seviyeleri arasındaki yükselti farkı |
| Statik basma yüksekliği | $H_{st}$ | m | Pompadan geçen akışkanın birim ağırlığının kazandığı potansiyel enerji |
| Basma Yüksekliği | $H_m$ | mAY (metre akışkan yüksekliği), mSS | Pompanın, içinden geçen akışkana, akışkanın birim ağırlığı başına, aktardığı enerji |
| Emmedeki Net Pozitif Yük | ENPY, NPEY, NPSH | m | Akışkanın birim ağırlığının pompa giriş flanşında sahip olduğu toplam yük ile buharlaşma basıncına eşdeğer yük arasındaki fark |
| Güç - Mil | $N_e$ | kW | Pompanın milindeki güç (mil gücü) |
| Güç - Hidrolik | $N_0$ | kW | Pompa çarkında akışkana aktarılan güç |
| Güç – Motor | $N_m$ | kW | Pompayı tahrik eden motorun şebekeden çektiği güç |
| Verim - Hidrolik | $\eta_h$ | (-) | Akışkanın kazandığı enerjinin çarka aktarılan enerjiye oranı |
| Verim – Genel | $\eta_g$ | (-) | Pompanın akışkana aktardığı gücün mil gücüne oranıdır. |
| Dönme hızı | n | devir/dak | Pompa devri |
| Basınç | p | Pascal (Pa) | Birim yüzeye dik olarak etkiyen akışkan kuvveti $1\ kg/cm^2 = 1\ atu \cong 1\ bar = 10^5\ Pa$ |
| Yoğunluk | $\rho$ | $kg/m^3$ | Akışkanın birim hacminin kütlesi |
| Akış hızı | V | m/sn | Hız |
| Yerçekimi ivmesi | g | $m/s^2$ | Yerçekimi ivmesi |
| Düşey yükselti | z | m | Bir noktanın tanımlanmış bir referans düzlemine olan düşey doğrultudaki uzaklığı |
| Özgül ağırlık | $\gamma = \rho.g$ | $N/m^3$ | Akışkanın birim hacminin ağırlığı |
| Yersel kayıpların toplamı | $\sum_{A-B} h$ | m | Akışkanın, hızının ve/veya doğrultusunun değiştiği, birleştirme elemanlarında, uğradığı enerji kayıplarının toplamı (birim ağırlık başına) |
| Sürekli yük kayıp katsayısı | $\lambda$ | (-) | Uzun borularda oluşan yük kaybını hesaplamada kullanılan katsayı, Moody diyagramından bulunur. |
| Reynold sayısı | Re | (-) | Akışkanın hareketinde, atalet kuvvetlerinin viskoz kuvvetlere oranı |
| Bağıl yüzey pürüzlülüğü | $\varepsilon$ | (-) | Çeperin ortalama pürüz yüksekliğinin boru çapına oranı |
| Pürüz yüksekliği | $k$ | mm | Çeperin ortalama pürüz yüksekliği |

| Terim | Sembolü | Birimi | Açıklama |
|---|---|---|---|
| Çap | $D$ | m | Borunun çapı |
| Yersel yük kaybı | $h_{yersel}$ | m | Akışın yön ve/veya şiddetinin değiştiği boru elemanında, akışkanın birim ağırlığının uğradığı enerji kaybı |
| Sürekli yük kaybı | $h_{sürekli}$ | m | Uzun borularda akışkanın birim ağırlığının uğradığı enerji kaybı |
| Emme özgül hızı | $S_q$ | (-) | Pompanın kavitasyon özgül hızı |
| Dinamik viskozite | $\mu$ | Pa.s | Dinamik viskozite |
| Kinematik viskozite | $\nu$ | $m^2/s$, stokes | Kinematik viskozite |
| Thoma Kavitasyon Faktörü | $\sigma$ | (-) | Pompalarda kavitasyonu tanımlama amacıyla kullanılan bir parametre |




Türbosan ın 1985 yılında tasarımını ve imalatını yaptığı Francis tipi su türbinlerinden bir tanesi

# BÖLÜM 2

## POMPALAR VE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

**Pompa**, en genel tanımı ile, kendisini tahrik eden üniteden aldığı enerjinin bir kısmını içinden geçen sıvıya aktaran ve dolayısıyla içinden geçen sıvının enerjisini arttıran bir makinadır. Dönüştürülen enerjilerin biçimleri göz önüne alındığında, pompalar tahrik milinde mevcut olan mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürürler. Genel olarak, pompalar her türlü akışkanın bir yerden başka bir yere aktarılmasına kullanılırlar. Bu aktarma biçimleri akışkanın

- Alçak bir seviyeden daha yüksek bir seviyeye,
- Düşük basınçlı bir bölgeden daha yüksek basınçlı bölgeye,
- Boru tesisatına bağlı sürtünme kayıplarının çok büyük olduğu sistemlerde yüksek seviyelerden alçak seviyelere akan sıvının debisini arttırmak amacı için olabilir.

Pompaların tahrik milindeki mekanik enerji, elektrik motoru, dizel motoru, türbin v.b. gibi makinalarca sağlanır. Emme borusu, pompa, kumanda ekipmanları ve basma borusundan oluşan sisteme **pompalama sistemi** denir. Emme ve basma borularındaki yük kayıplarını veren bağıntı, pompalama sisteminin yük kayıp karakteristiği olarak adlandırılır.

### 2.1 Debi (Q)

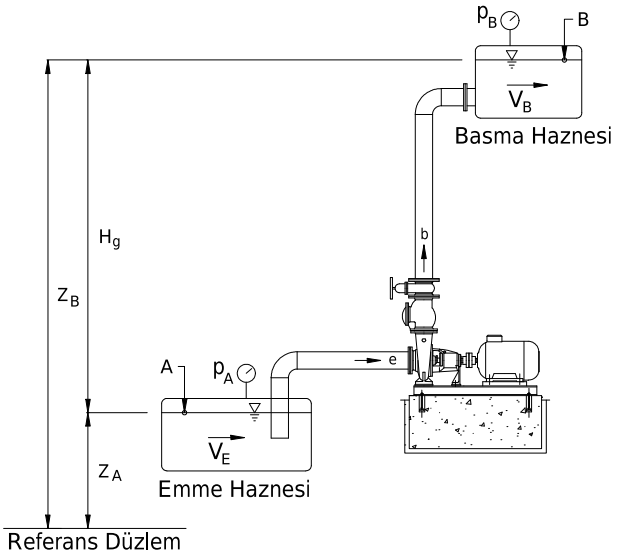
Pompanın içinden birim zamanda geçen akışkan miktarıdır. Akışkan miktarı hacim ile ifade ediliyorsa hacimsel debi, kütle ile ifade ediliyorsa kütlesel debi, ağırlık ile ifade ediliyorsa ağırlık debisi olarak adlandırılır. Pompaların en temel bağımsız değişkeni olup, pompa karakteristikleri debinin değişimi ile ifade edilirler.

### 2.2 Manometrik yükseklik ve pompanın manometrik yüksekliği ($H_m$)

Bir pompanın bastığı birim ağırlıktaki sıvıya kazandırdığı toplam enerjiye o pompanın "manometrik basma yüksekliği" veya kısaca "**manometrik yükseklik**" denir. Manometrik yükseklik kavramı içersinde yer alan birim ağırlık başına toplam enerji, akışkanın basınç enerjisi, yükselti enerjisi ve kinetik enerjisinin toplamına eşittir.

$$H_m = (\frac{p_b}{\rho g} + z_b + \frac{V_b^2}{2g}) - (\frac{p_e}{\rho g} + z_e + \frac{V_e^2}{2g})$$

Bu ifadede b indisi pompanın basma ağzı (flanşı), e ise emme ağzını (flanşı) işaret etmektedir. p akışkanın basıncını, z yükseltisini ve V ise hızını göstermektedir. $\rho$ akışkanın yoğunluğu ($\rho_{su}$=1000 kg/m$^3$=1gr/cm$^3$), g (g=9.81 m/sn$^2$) ise yerçekimi ivmesidir. Yukarıdaki ifadedeki parantez içindeki ilk terim akışkanın birim ağırlığı başına basma flanşında sahip olduğu toplam enerji (yük), ikinci terim ise emme flanşında sahip olduğu toplam enerjidir (yük).




*Şekil 2.1Tipik bir pompalama sistemi*

Şimdi *Şekil 2.1* 'de gösterilen pompalama sisteminin geometrik özelliklerini de göz önüne alarak bazı tanımlar yapalım.

Basınç ve yükselti enerjilerinin toplamı statik enerji olarak adlandırılabilir. Dolayısıyla birim ağırlıktaki sıvının kazandığı potansiyel enerjiye pompanın "statik basma yüksekliği" adı verilir ve A indisi sıvının ilk enerji düzeyini, B ise son enerji düzeyini belirtmek üzere

$$H_{st} = (\frac{p_B}{\rho g} + z_B) - (\frac{p_A}{\rho g} + z_A)$$

ifadesi ile gösterilebilir. Bu ifade içindeki yükselti farkı terimi ise pompanın "geometrik basma yüksekliği" olup $H_g$ ile gösterilir (Şek. 2.1).

$$H_g = z_B - z_A$$

Pompanın sıvıyı bastığı B haznesinin serbest yüzeyi, emme haznesi olan A'daki serbest yüzeyle aynı yatay düzlemde, ya da daha aşağıda ise, pompanın geometrik basma yüksekliği sıfır veya negatif olur. Statik basma yüksekliği için de benzer durumlar olabilir. Bu hallerde pompanın görevi, kendiliğinden akan akışkanın debisini arttırmaktır.

Emme ve basma hazneleri atmosfere açık ise, statik ve geometrik basma yükseklikleri birbirine eşit olur ( $p_B = p_E = p_{atm}$ ).

Emme ve basma ağızlarının çapları eşitse,

$$H_m = (z_b - z_e) + (\frac{p_b - p_e}{\rho g}) + (\frac{V_b^{\,2} - V_e^{\,2}}{2g}) \quad \rightarrow 0$$

olur ve bu durumda $H_m$ değeri doğrudan doğruya manometrelerle ölçülebilir. Manometrik yükseklik deyimi buradan gelmektedir. Pompanın emme ve basma ağızlarının çapları ($D_e$ ve $D_b$ çapları) farklı ise, pompanın debisinin ölçülmesiyle $V_b$ ve $V_e$ ortalama hızları hesaplanır ve $H_m$ bağıntısında yerlerine konur.

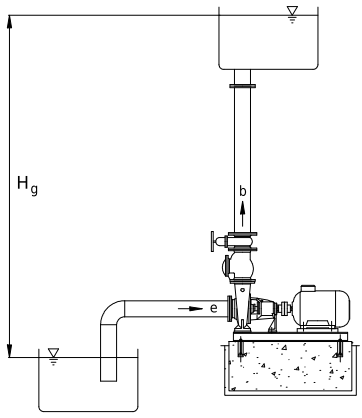
Pompanın bağlanacağı veya bağlı olduğu boru sistemi belli ise,

$$H_m = H_g + (\frac{p_B - p_A}{\rho g}) + \sum_{A-B} h$$

yazılabilir. Burada $\sum_{A-B} h$ A emme haznesinden B basma haznesine kadar akışkanın karşılaştığı toplam yük kaybıdır. Ancak, pompanın içindeki yük kayıpları pompanın verimi içine girdiğinden ayrıca $\sum_{A-B} h$ toplamına dahil edilmezler.

Her iki hazne (depo) atmosfere açık ise, manometrik yükseklik:

$$\boxed{H_m = H_g + \sum_{A-B} h}$$ olur.




*Şekil 2.2 Emme ve basma depoları atmosfere açık pompalama sistemi*

Bu noktada şu bilgileri hatırlamakta yarar olabilir :

1 atmosfer basınç değeri yaklaşık olarak 1 kg/cm$^2$ ya da 1 bar ya da 10,33 mSS ya da 760 mmHg yüksekliğine eşdeğerdir.

## 2.3 Basılan Sıvı Yoğunluğunun Pompa Manometrik Yüksekliğine ve Pompa Çıkış Basıncına Etkisi

Basılan sıvı yoğunluğunun pompanının manometrik yüksekliğine etkisi yoktur. Pompanın manometrik basma yüksekliği metre akışkan yüksekliği olarak elde edildiği için, pompanın içinden geçen sıvının metre cinsinden yüksekliğine eşittir. Pompanın dönme hızı ve debisi değişmediği sürece manometrik basma yüksekliği değişmez. Burada akışkanın viskozitesinin önemli bir parametre olduğu unutulmamalıdır. Akışkanın kinematik viskozitesinin 20 mm$^2$/s

değerinden büyük olması halinde bu geçerli değildir (20°C'deki suyun kinematik viskozitesi = $1mm^2/sn$ = 1cSt).
Pompa çıkış basıncı ise basılan sıvının yoğunluğuna bağlıdır. Pompanın giriş basıncının efektif olarak 0 Pa kabul edilmesi halinde, pompa çıkış basıncı

$$p_b = \rho g H$$

ifadesi ile hesaplanır.

Kinematik viskozitesi 600 cSt' tan büyük olan viskoz sıvılar için verimdeki çok fazla düşüş ve güçteki aşırı artış nedeni ile santrifuj pompaların kullanımı uygun değildir. Pozitif deplasmanlı dişli pompa v.b.lerin kullanımı uygundur.

## 2.4 Güç Tanımları

### a) Teorik güç (Hidrolik güç) : $N_0$

Pompanın içinde meydana gelen çeşitli enerji kayıplarına bakılmadan akışkanın *pompadan* aldığı güce "**teorik güç**" denir ve $N_0$ ile gösterilir. Pompanın içinden geçen akışkanın aldığı (kazandığı) güç

| Güç bağıntısı | Büyüklüklerin Birimleri | Gücün Birimi |
|---|---|---|
| $N_o = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m}{1000}$ | Q: $m^3/sn$<br>$H_m$:m<br>ρ: $kg/m^3$ (su için 1000)<br>g:$m/s^2$ | $N_o : kW$ |
| $N_o = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{102}$ | Q: lt/sn<br>$H_m$:m<br>ρ: $kg/dm^3$ (su için 1) | $N_o : kW$ |
| $N_0 = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{75}$ | Q: litre/sn<br>$H_m$: m<br>ρ: $kg/dm^3$ (su için 1) | $N_o : BG$ |

olur. Pompanın iç kayıplarını karşılamak için çarkın miline $N_0$ dan daha büyük bir güç uygulamak gerekir. Bu anlamda, $N_0$ pompanın faydalı (yararlı) gücüdür.
Bu ifadelerde ρ akışkanın yoğunluğu, g yerçekimi ivmesi, Q pompanın debisi, $H_m$ pompanın manometrik basma yüksekliğidir.

### b) Effektif (etkin) güç, mil gücü : $N_e$

Pompanın miline uygulanması gereken, pompanın mili aracılığıyla motordan çektiği güce pompanın "**effektif (etkin) gücü**" , ya da "**mil gücü**" denir ve $N_e$ ile gösterilir. Bir pompanın mil gücü aşağıdaki tabloda verilen bağıntılar yardımıyla kW cinsinden ya da BG cinsinden hesaplanabilir.

| Güç bağıntısı | Büyüklüklerin Birimleri | Gücün Birimi |
|---|---|---|
| $N_e = \frac{\rho.g.Q.H_m}{1000.\eta_g}$ | Q: $m^3/sn$<br>$H_m$:m<br>ρ: $kg/m^3$(su için 1000)<br>g:$m/s^2$<br>$\eta_g$: boyutsuz | $N_e : kW$ |
| $N_e = \frac{\rho.Q.H_m}{102.\eta_g}$ | Q: litre/sn<br>$H_m$: m<br>ρ: $kg/dm^3$ (su için 1)<br>$\eta_g$: boyutsuz | $N_e : kW$ |
| $N_e = \frac{\rho.Q.H_m}{75.\eta_g}$ | Q: litre/sn<br>$H_m$: m<br>ρ: $kg/dm^3$ (su için 1)<br>$\eta_g$: boyutsuz | $N_e : BG$ |

Ayrıca BG ile KW arasında aşağıdaki ilişkinin bilinmesinde de yarar vardır:

$Ne_{BG} = Ne_{kW}$ x 1.36

**c) Motorun şebekeden çektiği güç: $N_s$**

Motorun şebekeden çektiği güç

$$N_s = \frac{N_e}{\eta_m} \qquad N_s = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_m}{102 \cdot \eta_s} \qquad \eta_s = \eta_m \cdot \eta_p$$

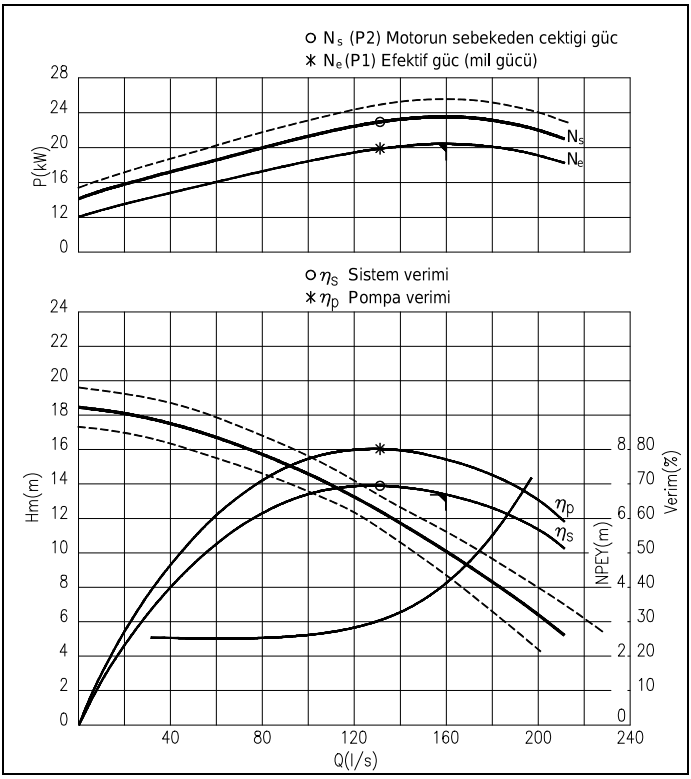
bağıntıları ile hesaplanmakta olup, bu bağıntılardaki verimler aşağıda tanımlanmıştır:

$\eta_s$ : sistem verimi (elektrik motoru ve pompadan oluşan sistemin verimi)
$\eta_m$: motor verimi
$\eta_p$ : pompa verimi

Bu noktada

- Motorun şebekeden çektiği güç ($N_s$), motordaki kayıplar (sargı, sürtünme, ısınma, v.b.) nedeni ile mil gücünden ($N_e$) daha büyük olduğuna
  ve
- Motorun şebekeden çektiği güç ($N_s$), effektif gücün (mil gücü) ($N_e$) motor verimine ($\eta_m$) bölünerek bulunduğuna

dikkat edilmelidir. Motor verimleri motor imalatçılarının kataloglarında belirtilmiştir.




*Şekil 2.3 Pompa ve sistem verimine bağlı olarak oluşan pompa performans eğrisi*

Pompa tahrik motoru gücünün seçiminde, pompanın etiket değerlerinden daha büyük debilerde çalıştırılabileceği göz önüne alınarak motor gücü mil gücünden bir miktar daha büyük seçilmelidir. Motor gücünün ne kadar büyük seçileceği motorun gücüne ve işletme koşullarına bağlı olup $N_m = N_s \; x \; k$ ifadesi ile hesaplanmalıdır. k değeri aşağıda verilen tablodan motor gücüne bağlı olarak bulunur.

| Motor gücü (kW) | k ( katsayı ) |
|---|---|
| 1,1 < 4 | 1,30 |
| 5,5 < 37 | 1,25 |
| 45 < 250 | 1,20 |
| 315 > | 1,10 ~ 1,15 |

## 2.5 Pompa Verimi ve Sistem Verimi : $\eta_p$

Bir pompadan *alınan* gücün kendisine *verilen* güce oranı o makinanın "**genel verimi**" veya "**toplam (global) verimi**" adını taşır ve $\eta_p$ ile, ya da $\eta$ ile gösterilir ve

$\eta_p = \frac{N_0}{N_e}$ ifadesi ile hesaplanır.

Pompa ve motordan oluşan sistemin verimi ise tahrik ünitesi olan motorun veriminin de tanımın içine dahil edilmesi ile

$$\eta_{g-sis} = \frac{N_0}{N_s}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Dolayısıyla sistem verimi pompa verimi ile motor veriminin çarpımına eşittir:

$$\eta_{g-sis} = \eta_p \ x \ \eta_m$$

## 2.6 Özgül Hız ve Verim

### 2.6.1 Özgül Hızın Tanımı

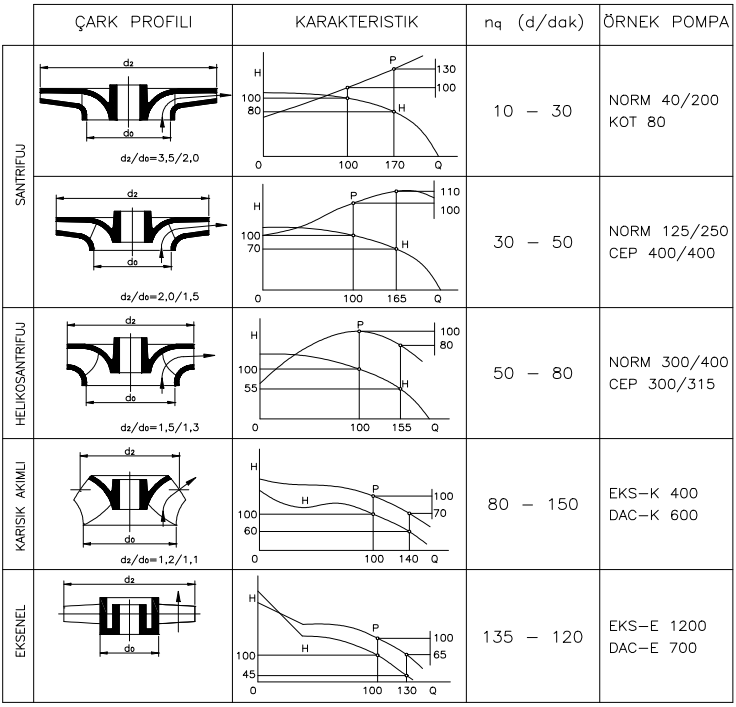
Pompa çarkının tipini (yani radyal, karışık akımlı ya da eksenel mi olması gerektiğini) belirleyen bir sayıdır. Özgül hız kavramı, bu nedenle daha çok pompa tasarımcısını ilgilendirir. Pompanın amaçlanın optimum çalışma noktası verileri kullanılarak hesaplanır.

Özgül hız literatürde çok çeşitli biçimlerde tanımlanmaktadır. Özgül hızın literatürde en çok kullanılan üç tanımı aşağıdaki tabloda verilmektedir.

| | **Özgül Hız Bağıntısı** | **Büyüklüklerin Birimleri** | **Özgül Hızın Birimi** |
|---|---|---|---|
| $n_q$ | $\frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$ | n: d/dak<br>H: m<br>Q: $m^3$/sn | *d/dak* |
| $n_s$ | 3,65 . $n_q$ | (-) | *d/dak* |
| $n_s'$ | $\frac{n\sqrt{Q}}{(gH)^{3/4}}$ | n: rad/sn<br>Q: $m^3$/sn<br>g:$m/s^2$<br>H:m | *(-)* |

Özgül hız değerlerine bağlı olarak çark tipleri aşağıda yer alan Şekil 2.4'de gösterilmektedir. Eksenel çarkların özgül hızı radyal çarklara göre daha büyük olduğu için eksenel çarklar hızlı, santrifüj çarklar ise yavaş dönen çarklar olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca küçük özgül hızlı çarkların yüksek basma yüksekliğine, büyük özgül hızlı çarkların için küçük basma yüksekliğine sahip olduğuna dikkat edilmelidir.

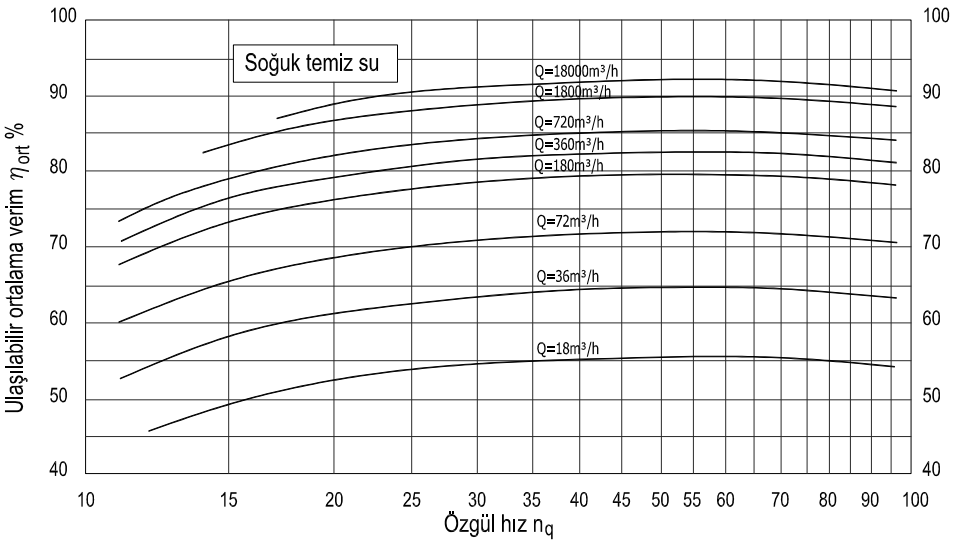
Literatürde farklı biçimlerde tanımlanan özgül hızların kullanılması halinde Şekil 2.4 de tanımlanan aralıkların farklı değerlere sahip olacağı hususu göz önünde bulundurulmalıdır.




*Şekil 2.4 Pompa çark tipi örnekleri ve karakteristik eğri tipleri*

## 2.6.2 Pompalarda Teorik verim

Temiz soğuk su için standart motorlarla tahrik edilen kapalı çarklı salyangozlu rotodinamik pompalarda ulaşılabilir genel verim değerleri Şekil 2.5 de verilmiştir.




*Şekil 2.5Temiz soğuk su için standard motorlarla tahrik edilen kapalı çarklı salyangozlu rotodinamik pompalarda endüstriyel olarak ulaşılabilir ortalama verimler, $\eta_{ort}$*

## 2.7 Pompa Mil Çapı Hesabı

Pompa mili, ileteceği moment, devir sayısı, malzeme kalitesi ve basılacak sıvının özelliğine göre seçilir ve boyutlandırılır. Mil çapı, aşağıda özetlenen ve literatürde iyi bilinen mukavemet hesaplarına göre yapılır.

Pompanın mil gücü $N_e$ (kW), mil momenti M (N.m), açısal hız $\omega$ (rad/sn) arasındaki ilişki

$$N_e = M.\omega$$

bağıntısı ile tanımlanmaktadır. Bu bağıntıdan mil moment değeri M hesaplanır. Bu ifadedeki açısal hız

$$\omega = \frac{\pi.n}{30}$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada *n* pompanın d/d olarak dönme sayısıdır. Pompanın mil çapı *d* (m), $\tau$ ($N/m^2$: Pa) emniyetli kayma gerilmesi olmak üzere,

$$d = \sqrt[3]{\frac{16.M}{\pi.\tau}}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Mil malzemesinin cinsine göre $\tau$ emniyetli kayma gerilme değerleri :

Ç-1040 için $\tau$ = 45 MPa
Ç-1050 için $\tau$ = 60 MPa
AISI 304 için $\tau$ = 75 MPa
AISI 420 için $\tau$ = 115 MPa

olarak alınabilir. d çapını hesaplarken kullanılan bağıntıda $\tau$ kayma gerilmesi değerlerinin Pa biriminde kullanılması gerekliliği gözden kaçırılmamalıdır.

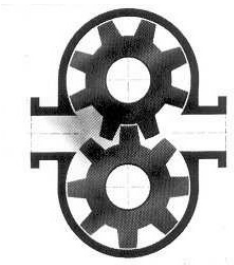
Mil çapı bulunduktan sonra, imalat kolaylığı ve emniyet açısından, gerekli faturalarda düşünülerek milin diğer çapları oluşturulur. Daha detaylı bilgi mukavemet ve makine elemanları kitaplarında bulunabilir.

# BÖLÜM 3

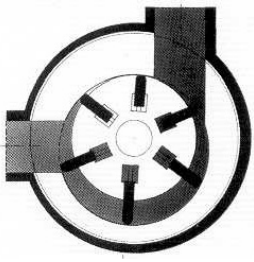
## POMPALARIN SINIFLANDIRILMASI VE POMPA TİPLERİ

Pompalar, çalışma prensiplerine göre, akışın biçimine göre, çark sayısına göre vb. gibi çok farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma biçimleri içinde ilk aşamada en önemli olanı çalışma prensibine göre yapılandır :

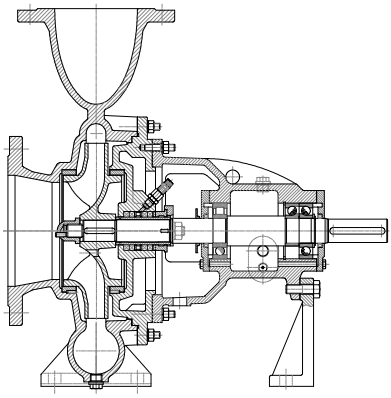
**a.**Hacimsel (volümetrik) pompalar
**b.**Rotadinamik pompalar



**Dişli Pompa**



**Diyaframlı Pompa**



***a.****Hacimsel (volümetrik) pompalar*

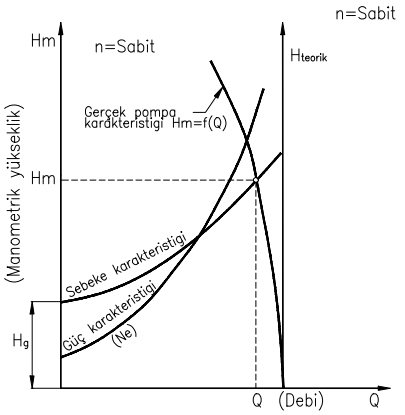
***b.****Rotadinamik pompa*
(*Türbosan Norm 150/400 pompa*)

### 3.1 Hacimsel (Volumetrik / Pozitif deplasmanlı) pompalar

Hacimsel pompaların akışkanı emme seviyesinden alıp basma seviyesine zorunlu olarak veren bir veya çok sayıda hacimleri vardır. Çalışma sırasında bu hacimlar dolup boşaldığından akışkanın basılması işlemi kesikli olup emme ile basma kısmı arasında bağlantı sürekli olmaz. Akışkanı basma deposuna yığarak basma deposundaki akışkanın basıncını arttırdıkları için basma deposundaki akışkan basıncı teorik olarak çok büyük değerlere kadar çıkabilir. Basma deposunun patlamaması için mutlaka bir emniyet valfine ihtiyaç vardır.

Piyasada pistonlu pompa, dişli pompa, paletli pompa, monopomp ve diyaframlı pompa olarak bulunan pompalar hacimsel pompalara örnektir. Hacimsel pompalar çok yüksek basınç değerleri için tercih edilirler.

Bu tip pompaların basma yüksekliklerinin debi ile değişimi Şekil 3.1'de gösterildiği gibi teorik olarak Q debisinden geçen düşey bir doğrudur. Makinanın dönme sayısının arttırılması bu doğruyu yüksek debi değerine yani sağ tarafa, dönme sayısının düşürülmesi ise bu doğruyu düşük debi değerine yani sol tarafa kaydırır.

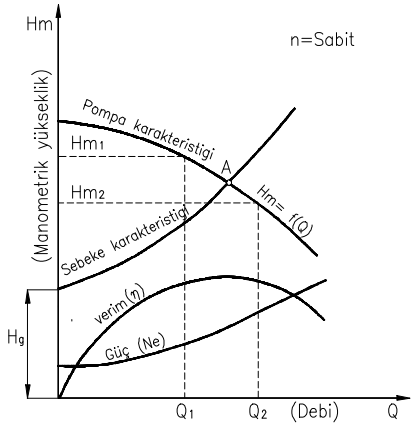



*Şekil 3.1 Hacimsel pompa karakteristiği*

Düşey doğru biçiminde olan teorik karakteristik, gerçekte ise artan basınç ile düşük debi değerlerine doğru kıvrılarak bir eğri halini alır. Bunun nedeni, yüksek basınç değerlerinde sabit ve hareketli parçalar arasında artan debi kaçaklarıdır.

## 3.2 Rotadinamik pompalar

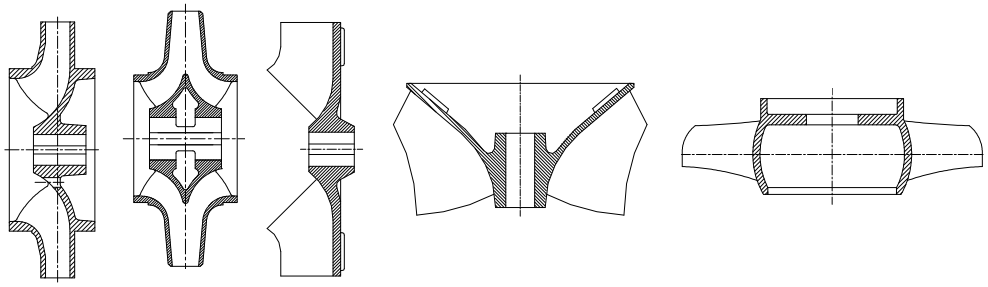
Rotadinamik pompalarda emme kısmı ile basma kısmı arasında hiçbir engel yoktur ve sıvının akışı süreklidir. Sıvı taneciklerine pompa çarkı içinde verilen enerji ile akışın momentumunda değişiklik olur ve bu bir basınç farkı oluşmasına yol açar. İkinci bölümde söz konusu edilen santrifüj, karışık akımlı ve eksenel akımlı pompalar bu gruba girer. Bu tip pompaların karakteristik eğrileri Bölüm 2'de de açıklandığı üzere hacimsel pompaların karakteristik eğrilerinden oldukça farklı olup, rotadinamik pompaların basma yükseklikleri pompanın içinden geçen debinin bir fonksiyonudur (Şekil 3.2).




*Şekil 3.2 Rotadinamik pompa karakteristiği*

### 3.2.1 Rotadinamik pompaların akış yapısına – çark tipine - göre sınıflandırılması

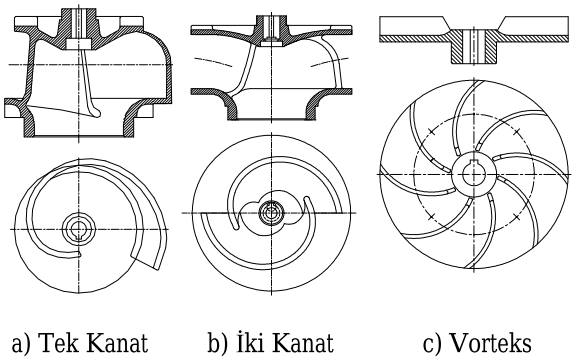
Rotadinamik pompalardaki en temel sınıflandırma biçimi akış yapısına göre olan sınıflandırmadır. Pompanın amaçlanan çalışma noktasındaki, manometrik basma yüksekliği, debi ve dönme sayısı değerleri kullanılarak hesaplanan özgül hız değeri, pompanın en yüksek verimle çalışacağı çark tipini belirlemektedir.




*Şekil 3.3 Rotadinamik pompa çark tipleri*

İkinci bölümde açıklandığı üzere pompa çarkları santrifüj, karışık akışlı ve eksenel olmak üzere sınıflandırılabilirler. Bu tip çarklara ait birer örnek Bölüm 2 – Şekil 2.4' de gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 3.3'de bazı rotadinamik pompa çarkı örnekleri yer almaktadır.

Rotadinamik pompalarda katı parça içeren sıvıları basmak için kullanılan ve geniş aralıklara sahip çarklarda mevcuttur. Bu tip çarklarda tıkanma sorunu yoktur, vorteks, bir, iki ya da üç kanatlı olarak yapılabilirler (Şekil 3.4).

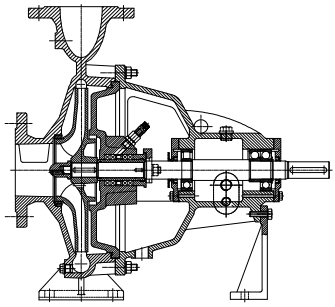



*Şekil 3.4 Pissu pompa çarkları*

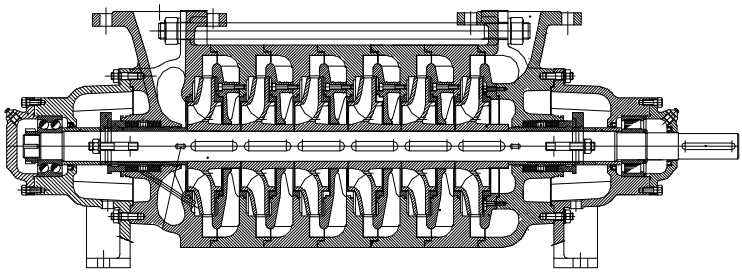
### 3.2.2 Rotadinamik pompaların yapısal özelliklerine göre sınıflandırılması

Rotadinamik pompalar yapısal özelliklerine göre değişik şekillerde sınıflandırılabilir:

1) Çark sayısına göre:
   a) Tek kademeli
   b) Çok kademeli



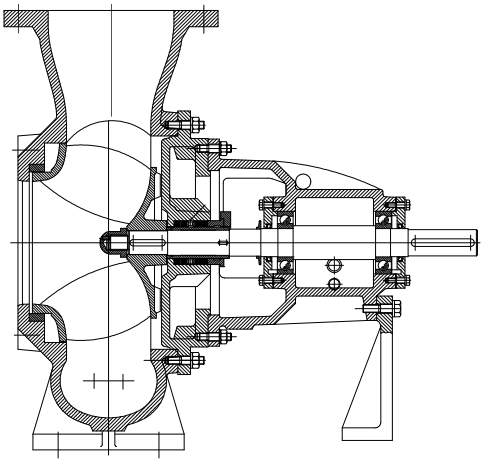
*a)* Tek kademeli
(*Türbosan Norm 80/315 pompa*)



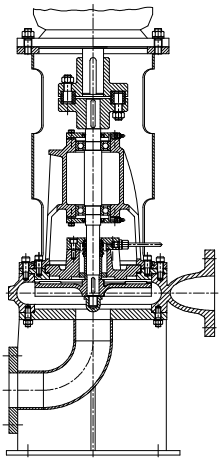
b) Çok kademeli
*(Türbosan YKP 65x6)*

*Şekil 3.5 (a) Tek kademeli ve (b) Çok kademeli santrifüj pompa*

2) Pompa milinin pozisyonuna göre:
   a) Yatay eksenli
   b) Düşey eksenli
   c) Eş eksenli



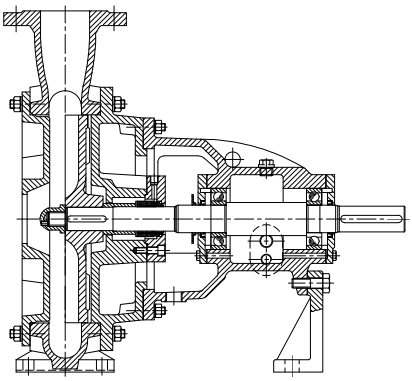
a) Yatay eksenli
(*Türbosan Çap 200/315F-HK pompa*)



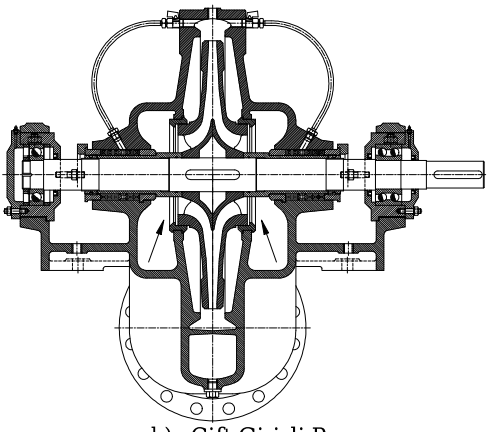
b) Düşey eksenli
(*Türbosan Çap 80/250V-VM pompa*)

*Şekil 3.6 (a)Yatay eksenli, (b)Düşey eksenli*

3) Giriş ağzı sayısına göre:
   a) Tek girişli
   b) Çift girişli



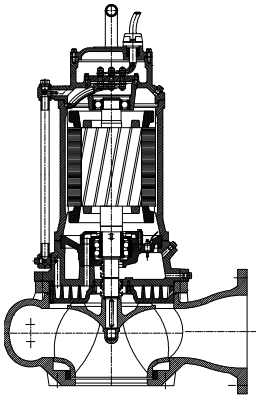
a) Tek Girişli Pompa
(*Türbosan Çap 80/315V-HK pompa*)



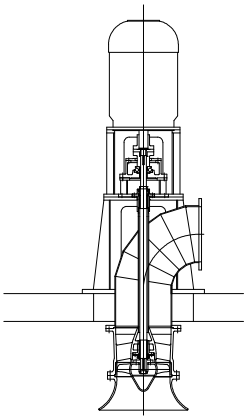
b) Çift Girişli Pompa
(*Türbosan Çep 200/690 pompa*)

*Şekil 3.7 (a) Tek ve (b) Çift girişli pompa*

4) Çalıştıkları konuma göre
   a) Dalgıç pompa
   b) Derin kuyu pompaları



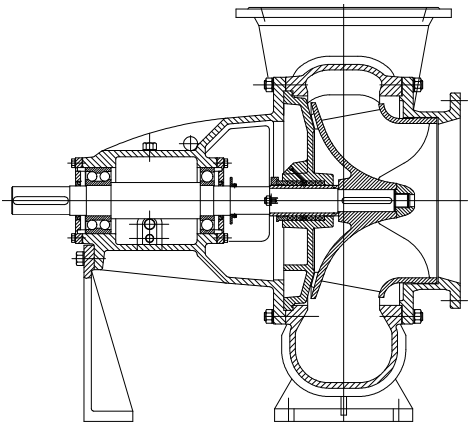
a) Dalgıç Pompa
(*Türbosan Dac-Y 200/315F pompa*)



b) Eksenel Pompa
(*Türbosan Eks-E 600 pompa*)

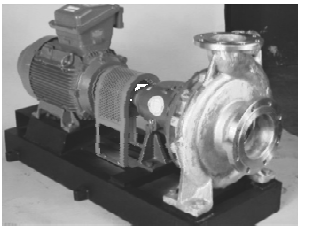
*Şekil 3.8 (a) Dalgıç pompa ve (b) Eksenel pompa*

5) Bastıkları sıvının cinsine göre
   a) Kızgın yağ pompası
   b) Çamur pompası
   c) Sirkülasyon pompası



*Şekil 3.9 Çamur pompası*
*(Türbosan Çap 600/600 HK pompa)*

## 3.3 Tek Kademeli Salyangozlu Santrifüj Pompalar (NORM)



TS EN ISO 9905 ve EN 733 (DIN 24255)-EN 22858 (DIN 24256)'ya uygun, düşük ve orta basınçlı tek kademeli salyangozlu santrifüj pompaları kapsamaktadır. Kullanım alanları arasında tarımsal sulama ve yağmurlama tesisleri, içme suyu tesisleri, soğutma suyu ve sirkülasyon devreleriyle demir & çelik vb. ağır sanayi tesisleri başta gelmektedir.

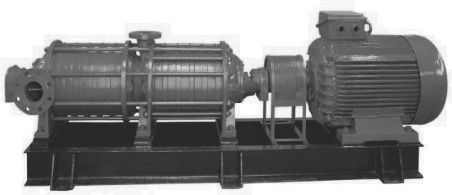
| | |
|---|---|
| Debi (L/s) | 4 - 550 |
| Hm (mSS) | 5 - 90 |
| Basma çapı (inç) | 50 - 300 |

## 3.4 Çift Emişli Santrifüj Pompalar (ÇEP)

TS EN ISO 9905'e uygun, yatay olarak ikiye bölünebilir (split-case) yatay/düşey milli çift emişli santrifüj pompaları kapsamaktadır. Kullanma alanları arasında sulama ve içme tesisleri, rafineriler, petrol boru iletim tesisleri, soğutma suyu ve sirkülasyon devreleriyle demir & çelik tesisleri başta gelmektedir.

| | |
|---|---|
| Debi (L/s) | 30 - 3000 |
| Hm (mSS) | 10 - 190 |
| Basma çapı (inç) | 65 - 700 |

## 3.5 Kademeli Santrifüj Pompalar (KOT – KAT)



TS EN ISO 9905'e uygun, orta ve yüksek basınçlı çok kademeli eksenel itme kuvveti dengeleme diskiyle karsılanan santrifüj pompaları kapsamaktadır.
Kullanım alanları arasında Norm pompalarının kullanım alanlarına ek olarak yangın ve yıkama tesisleri, hidrofor tesisleri ve kömür işletmeleri başta gelmektedir.

| | |
|---|---|
| Debi (L/s) | 4 – 200 |
| Hm (mSS) | 20 – 400 |
| Basma çapı (inç) | 50 - 200 |

## 3.6 Dalgıç Kanalizasyon Pompaları – Su Soğutmalı ( DAS/DAÇ – S )

Su altında çalışacak sekilde dizayn edilmiş; DAS tipi tek, DAÇ-S tipi cift mekanik salmastralıdır. Montaj seçenekleri olarak kızaklı sistem, yatay/düsey askı kolonlu (sadece DAS) veya hortum bağlantısı sunulmaktadır. Motorlar 380V ve 50 Hz standart olarak yapılmaktadır.

| | DAS | DAÇ-S |
|---|---|---|
| Debi (L/s) | 2 – 80 | 5 – 700 |
| Hm (mSS) | 4 – 40 | 5 – 60 |
| Motor gücü (kW) | 1.5 – 11 | 11 – 355 |
| Basma çapı (mm) | Ø50 – Ø150 | Ø80 – Ø400 |
| Katı madde (mm) | Ø35 – Ø120 | Ø40 – Ø200 |

## 3.7 Parçalayıcı Bıçaklı Dalgıç Pompa (PARPO)

Özellikle evsel atıkların tıkanmaya neden olmadan küçük çaplı borulardan basılması amacıyla su altında çalışacak şekilde dizayn edilmiştir.Çark önündeki bıçak sistemiyle suların içindeki naylon, plastik vb. parçaları ve Lifli maddeleri parçalayarak basar. Tek mekanik salmastra, motorlar 380V ve 50 Hz standart olarak yapılmaktadır.

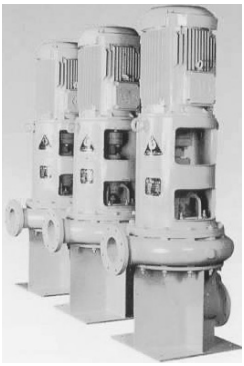
| | |
|---|---|
| Debi (L/s) | 1 – 13 |
| Hm (mSS) | 3 – 43 |
| Motor gücü (kW) | 1.5 – 4 |
| Basma çapı (mm) | Ø40 – Ø50 |

## 3.8 Dalgıç Kanalizasyon Pompaları – Yağ Soğutmalı (DAÇ – Y)

İçten yağ soğutmalı olduğundan, motoruna ve yağ haznesindeki mekanik salmastralarına zarar gelmeden hem kuru hem de yaş olarak sürekli çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Montaj seçenekleri olarak kızaklı sistem, hortum bağlantısı ve düşey kuru sistem sunulmaktadır. 380V ve 50 Hz standart olarak yapılmaktadır, istenirse fraklı voltaj ve frekanslarda imalat yapılmaktadır.
Bu gruba ilave DAC-SC Soğutma Ceketli Dalgıç pompalarda imal edilmektedir.

| | DAÇ – Y |
|---|---|
| Debi (L/s) | 5 – 700 |
| Hm (mSS) | 5 – 60 |
| Motor gücü (kW) | 11 – 355 |
| Basma çapı (mm) | Ø80 – Ø400 |
| Katı madde (mm) | Ø40 – Ø200 |

## 3.9 Kanalizasyon ve Pis Su Pompaları (ÇAP)



Turbosan –ÇAP serisi pompalar çeşitli proseslerde kullanılan süspansiyonlar,çamurlu su ve kanalizasyon sıvısı gibi katı-sıvı karışımından ibaret sıvıların pompajından kullanılır.ÇAP pompalarda;Vorteks,iki kanatlı ve tek kanatlı çarklar kullanılmakta Kullanım alanları arasında endüstriyel kanalizasyon sıvıların basılmasında,arıtma tesislerinde,çamurlu ve katı parça ihtiva eden sıvıların basılmasında liftli viskoz sıvıların pompajında,drenaj ve tahliye işlerinde, ısı geri kazanımı sistemlerinde başta gelmektedir..

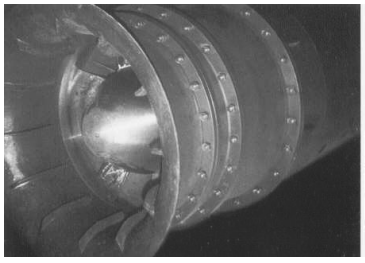
| | ÇAP |
|---|---|
| Debi (L/s) | 2 – 700 |
| Hm (mSS) | 5 – 60 |
| Motor gücü (kW) | 1,5 - 400 |
| Basma çapı (mm) | Ø50 – Ø400 |
| Katı madde (mm) | Ø35 – Ø200 |

## 3.10 Salyangozlu Proses Tipi Pompalar

Düşük ve orta basınçlı tek kademeli salyangozlu teflon veya mekanik salmastralı santrifüj kimyasal proses pompalarını kapsamaktadır
Kullanım alanları arasında çeşitli sanayi kollarında düşük viskoziteli sanayi sıvılarının (benzin, yağ, asit ve baz gibi) pompajı başta gelmektedir.

| | |
|---|---|
| Debi (L/s) | 4 – 300 |
| Hm (mSS) | 5 – 70 |
| Basma çapı (mm) | 40 – 250 |

## 3.11 Karışık ve Eksenel Akımlı Pompalar



Karışık /eksenel akımlı yüksek debili ve düşük basınçlı kolonlu pompaların (EKS-K/E) tüplü dalgıç versiyonları (DAÇ-K/E)da yapılmaktadır
Kullanım alanları arasında içme suyu,sulama suyu,soğutma suyu ve drenaj tesisleriyle balık üretme çiftlikleri başta gelmektedir.

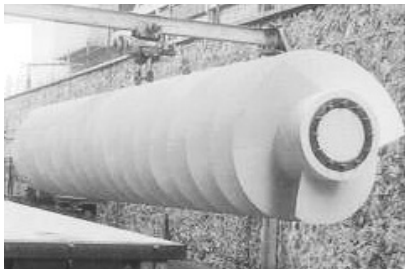
| | EKS – K/E |
|---|---|
| Debi (L/s) | 140 – 5.000 |
| Hm (mSS) | 1- 50 |
| Kolon-Tüp çapı(mm) | 250 - 1200 |

## 3.12.Tüplü Dalgıç Pompalar (DAC-E/K)

DAÇ-E/K serisi su altında çalışan karışık ve eksenel akımlı,yüksek debili ve düşük basınçlı tüplü dalgıç pompalardır.
Kullanım alanları arasında drenaj suları,sulama suyu,soğutma suyu,kültür balıkçılığında sirkülasyon suyu basılması başta gelmektedir.

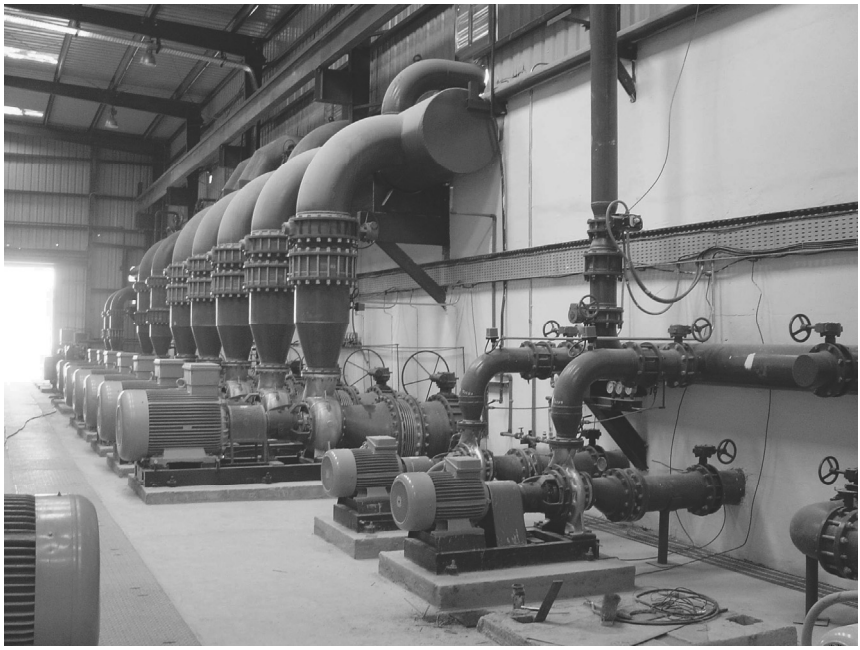
| | |
|---|---|
| Debi (Lt/sn) | 140 – 3.000 |
| Hm (mSS) | 1 - 50 |
| Tüp çapı(mm) | 300 - 1200 |

## 3.13 Burgulu (Arşimet) Kanalizasyon Pompaları



Arşimet prensibine dayalı olarak dizayn edilen dişli kutu tahrikli,alt yatakları özel gres pompasıyla otomatik olarak yağlanan burgulu pompalar,büyük debide kanalizasyon sıvısı için karmaşık kumanda panolarına gerek kalmaksızın,farklı debilerde kullanılmaktadır.Burgu çapı Ø2300 mm'ye kadar yapılmaktadır.Burgu Dış çapı torna edilmektedir.

| | |
|---|---|
| Debi (Lt/sn) | 50 – 1600 |
| Hm (mSS) | 3 - 10 |
| Tüp çapı(mm) | 400 - 2300 |



*Şekil 3.10 Türbosan A.Ş' nin yapmış olduğu komple bir pompa istasyonu*

## 3.14 Dalgıç Pompalar :

Dalgıç pompalar suyun içinde çalışacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Pompa ve motor tamamen suyun altında depo veya haznelere daldırmak suretiyle çalışırlar.

Dalgıç pompalar temel olarak 2 ana gruba ayrılırlar :

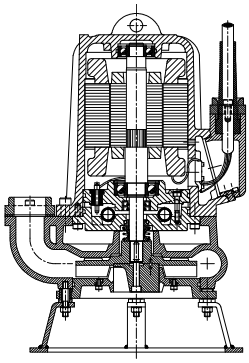
a) Derin kuyu dalgıç pompalar; 4", 6", 8", 10" ..... çok kademeli, ince ve uzun pompalar olup, temiz suların pompalanmasında kullanılırlar.
b) Dalgıç kanalizasyon pompalar; bünyesinde büyük boyutlu katı parçalar bulunan temiz ve pis sıvıların basılmasında kullanılırlar. Çok geniş kapasite ve güç bölgesini kapsarlar.
   Türbosan dalgıç pissu ve kanalizasyon pompaları 5 grup olarak imal edilirler.
   1. DAS : Su soğutmalı dalgıç pompalar
   2. DAÇ-SC : Soğutma ceketli dalgıç pompalar
   3. DAÇ-Y : Yağ soğutmalı dalgıç pompalar
   4. PARPO : Su soğutmalı parçalayıcı bıçaklı dalgıç pompalar
   5. DAÇ-E/K : Su soğutmalı eksenel ve karışık akımlı dalgıç pompalar

1. DAS Pompaların Soğutma Sistemi :
   DAS tipi pompalar, dıştan ve pompanın daldırıldığı (veya pompaladığı) sıvı ile soğutulur. Motorun yeterli soğutulması için Dalgıç pompa komple suya dalmış olmalıdır. Kuruda çalıştırılamaz.

2. DAÇ-SC Pompaların Soğutma Sistemi :
   Dalgıç pompa motor gövdesinin dışına özel bir soğutma ceketi (kılıfı) ilave edilmiştir. Soğutucu sıvının su ceketi içindeki sirkülasyonu çarkın özel dizaynı ile sağlanmaktadır. Su ceketi içinde hareket eden sıvı montaj tipine bağlı olmaksızın motor ısısını dağıtarak, motoru soğutmaktadır. Soğutma amaçlı kanallar uygun boyutta yapılarak tıkanmalar önlenmiştir.

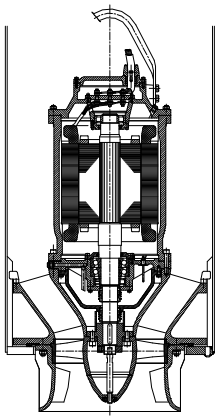
3. DAÇ-Y Pompaların Soğutma Sistemi :
   Dalgıç pompa motoru, düşük viskoziteli, ısı iletkenliği iyi ve yalıtkan bir yağ, motor sargıları arasında dolaşarak bu bölgelerde oluşan ısıyı alarak soğutur. Soğutma sistemini, pompa içindeki küçük bir pompa eşanjör oluşturmaktadır.
   DAÇ-SC ve DAÇ-Y tipi pompalarımız hem su içinde hem de kuruda çalışacak şekilde dizayn edilmiştir.

4. PARPO tipi parçalayıcı kanalizasyon pompalar, yerleşim birimlerinde ve endüstriyel tesislerde oluşan kirlenmiş, içinde foseptik katı madde ve kısa lifli partiküller bulunabilen sıvıların basılmasında kullanılır. Parçalayıcı özelliğinden dolayı boruların tıkanmasını önler.



PARPO Parçalayıcı Sistem : Pompa çarkının önünde yüksek kaliteli ve sertleştirilmiş çelikten yapılmış, parçalayıcı bıçak sistemi bulunmaktadır. Sabit bıçak, çok sayıda tırnaklı kesici ağızlar sayesinde katı parçaları tutar. Döner bıçak çarkın merkezine bağlı olarak çarkla birlikte döner ve kesici ağızları ile sabit bıçağın tuttuğu parçaları keser. Uzun lifli ve kemik gibi sert malzemeleri kesemezler.

5. DAÇ-E/K : Eksenel ve karışık akımlı dalgıç pompalar tüpün içinde ve suyun altında çalışacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Tüp olarak çelik boru veya beton bir hücre kullanılabilir. DAÇ-E/K pompalar küçük yer işgal ettiği ve büyük yapı gerektirmediği için ilk yatırım maliyeti düşüktür. Tüplü dalgıç pompaların montaj ve demontajı kolaydır. Büyük debili, küçük basma yükteki pompalar drenaj suyunun basılmasında, tarımsal amaçlı büyük debilerin pompalanmasında ve atık su arıtma tesislerinde kullanılmaktadır



**Dalgıç Pompaların Parça Özellikleri :**

**Motor :** Türbosan DAÇ serisi dalgıç pompaların dalgıç elektrik motorları üç fazlı 380V A.C gerilimle çalışır. Motorların izolasyon sınıfı F, koruma sınıfı IP 68'dir. Özel siparişlerde H sınıfı izolasyonlu, farklı frekanslı (60 Hz) veya farklı gerilim ile çalışan motorlar imal edilebilir.

**Sızdırmazlık :** Pompa-motor arası sızdırmazlık, bir yağ haznesi içinde çalışan çift mekanik salmastra ile sağlanmaktadır. (11 kW'a kadar tek mekanik salmastralı)

**Yataklar :** Motor rotoru alttan ve üstten ağır hizmet tipi rulmanlı yataklarla merkezlenmiştir. Bu yataklar motorla birlikte pompadan gelecek radyal ve eksenel yükleri karşılayacak şekilde seçilmiştir. DAÇ-Y tipinde tüm rulmanlı yataklar soğutma yağının içinde çalışmaktadır. DAS ve DAÇ-SC tipi dalgıç pompalarda ise rulmanlar gresle yağlanmaktadır.

**Motor Sıcaklığı Koruma Sistemi :** Dalgıç motorlar aşırı ısınmaya karşı termistörle korumaya alınmıştır. Termistör uçları kablo aracılığı ile yüzeye taşınmıştır. Bu uçlar klemenste (T) ile işaretlenmiştir. Termistör sistemi Türbosan özel STR Koruma Rölesine bağlanmaktadır.

**Su Kaçağı Koruma Sistemi :** Mekanik Salmastranın zamanla aşınarak su kaçırması veya eşanjör, conta, yağ tapaları v.s. gibi yerlerde motor gövdesine veya yağ haznesine su girmesi hallerinde alarm veren bir elektrot (sensor) sistemi uygulanmaktadır. Elektrot devresi şase ve nötr ucu ile tamamlanır. Sistem Türbosan özel STR Koruma Rölesine bağlanmaktadır.

**Kablo Bağlantısı :** Dalgıç motorlarda H07RN-F tipi, kauçuk kaplamalı, esnek ince damarlı, çok telli kanalizasyon sıvısına dayanıklı kablolar kullanılmaktadır. Normal olarak 10 metre kablo pompaya bağlı olarak verilmektedir. **Pompayı kablodan tutarak taşımayınız**.

**Salyangoz :** Normal olarak geniş kesitli ve konsantrik çıkışlıdır. Çarktan geçebilen her şekil ve boyuttaki katı parçaların takılıp tıkanmaya neden olmayacağı şekilde dizayn edilmiştir.

**Pompa Çarkı :** Dalgıç tipi pompalarda farklı çark modeli uygulanmaktadır.

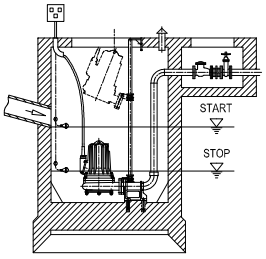
- TEK KANATLI Çift Eğimli Tıkanmaz Tip (Non-Clog) Çarklar : Büyük katı parça geçirebilen, yüksek verimli ve güç karakteristiği uysal (düşük irtifada motoru zorlamayan) bir çark tipidir.
- İKİ KANATLI Çarklar : Genellikle büyük boyutlu pompalarda kullanılır. Dönel simetri nedeni ile dengeli ve titreşimsiz çalışır. Genel verimi yüksek ve güç eğrisi

uysal karakterlidir.Çark içindeki geniş akış kanalları katıların pompajını mümkün kılar.

- VORTEKS Çarklar : Bu tip çarklarda kapalı kanallar yoktur. Çarkın sıvı kütlesini döndürmesi ile oluşan serbest vorteks hareketi pompalamayı sağlar. Bu özelliği nedeni ile büyük boyuttaki katı maddeleri ve uzun lifli malzemeleri kolayca basabilir. Bu avantajlarına karşın genel verimi oldukça düşüktür, ancak küçük güçlerde uygulanmaktadır.
- Pompa çarkların Statik ve Dinamik Balansı standartlara uygun olarak yapılmaktadır.

**Dalgıç Pompaların Montaj Şekilleri** :

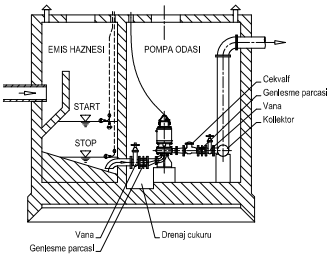
1. **Sabit Tesisata Yaş Montaj (Kızak bağlantılı – Otomatik Akuplaj)**




Sabit tesisler için kullanışlı ve ekonomik bir montaj şeklidir. Tabana monte edilen dirsekli bir montaj ayağı, buna bağlı bir kızak borusu (iki adet paralel bağlı galvaniz boru) ve pompaya bağlanan bir akuplaj flanşından oluşur. Akuplaj teçhizatın ve basma borusu sisteminin inşaat sırasında emme haznesi kuru iken monte edilmesi gerekir. Otomatik akuplaj bütün tiplere uygulanabilir.

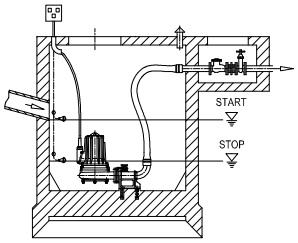
Çalışma Şekli : Pompaya bağlı akuplaj flanşı kızağa geçirilir. Pompa zincir vasıtasıyla kızak boyunca aşağı indirilir. Pompa akuplaj ayağına temas edince kendi ağırlığı ile yerine oturur. Pompayı çıkarmak için zincir ile yukarı çekmek yeterlidir. Montaj ve demontaj için herhangi bir cıvata bağlantısına ihtiyaç yoktur.

2. **Kuru Montaj**




DAÇ-SC soğutma ceketli ve DAÇ-Y yağ soğutmalı pompalar için kullanılır. Bu tip dalgıç pompalar kendi kendilerini soğutabildikleri için su dışında da devamlı olarak çalışabilirler. Böylece kuru çalışmanın tesis bakım ve işletme avantajları ile yaş çalışmanın az yer işgal etme ve olumsuz ortam şartlarında çalışma avantajları birleştirilmiş olur. Kuru montajda emme haznesi ile pompa odası bir duvarla ayrılmıştır. Pompa odasının tabanı kurudur ve işletme sırasında burada bakım ve onarım yapılabilir. Pompalar sağlam beton temellere oturdukları için titreşim daha azdır. Pompaların altında taşıyıcı dirsekler yer almaktadır. Pompanın giriş kısmında bir adet vana ve vana sökme parçası bulunmalıdır.
Sızıntı suların tahliye edilebilmesi için pompa odasında küçük bir drenaj pompası kullanılmalıdır.

3. **Düşey Hortum Bağlantılı Montaj**




Tabanı düzgün olan emme haznelerinde ve çukurlarda kullanılır. Pompa çalışacağı zemine serbestçe oturmalıdır. Pompa zincir ile hazneye indirilir ve yukarı çıkarılır. Küçük pompalar için kullanılır.

* Bütün montaj formlarının basma hatlarında, vana, çekvalf sökme parçası veya elastik ara parça bulunmalıdır.

# BÖLÜM 4

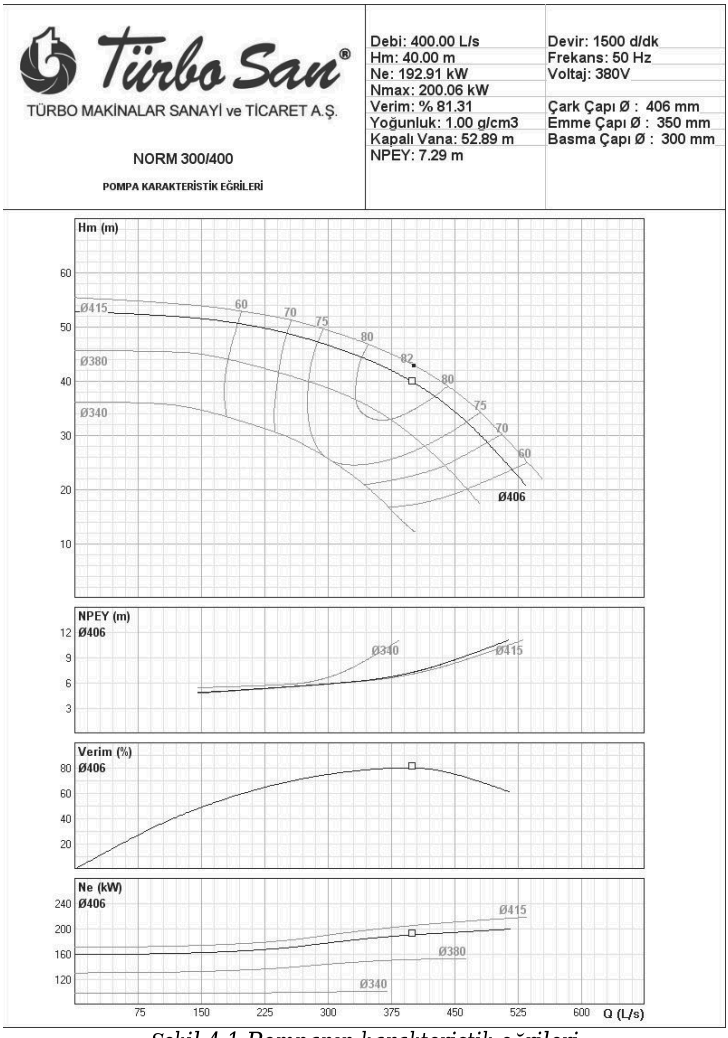
## POMPALARIN İŞLETME PERFORMANSLARI

### 4.1 Karakteristik Eğriler

Herhangi yapısal özellikteki bir pompanın her hangi bir dönme sayısındaki karakteristikleri

1. Pompanın manometrik basma yüksekliğinin debi ile değişimi: $H_m = f(Q)$
2. Pompanın veriminin debi ile değişimi: $\eta_g = f(Q)$
3. Pompanın mil gücünün debi ile değişimi: $N_e=f(Q)$
4. Pompanın Net Pozitif Emme Yüksekliğinin –NPEY- debi ile değişimi: NPEY=f(Q)

değişimlerini gösteren eğriler ailesidir. Bu eğriler deneysel olarak elde edilirler.




*Şekil 4.1 Pompanın karakteristik eğrileri*

### 4.1.1 Pompanın Optimum Çalışma Noktası

Pompanın en yüksek verimle çalıştığı noktaya pompanın optimum çalışma noktası denir. *Şekil 4.1* 'de karakteristikleri verilen pompanın optimum çalışma noktası $H_m$= 42 m, Q= 400 lt/s'dir. Pompa söz konusu noktada %82 verimle çalışmaktadır. Pompanın etiketinde tanımlanan değerler, pompanın optimum çalışma noktasında sağlayacağı manometrik basma yüksekliği ve debi değerleridir. Pompa enerji ekonomisi açısından optimum çalışma noktasında veya bu nokta civarında çalışmalıdır.

## 4.2 Pompa performansının değişik işletme koşullarını sağlayacak biçimde ayarlanması

İmalatı yapılmış her pompanın yukarıdaki alt bölümde açıklandığı üzere sabit dönme sayısı için elde edilen karakteristik eğrileri vardır ve pompa bu eğriler üzerinde kalarak çalışır. Bu eğriler pompa çarkının dönme sayısı ve çark çapı –tornalanarak- değiştirilmediği sürece değişmezler.

Pompanın karakteristik eğrilerine dönme sayısının ve çark çapının tornalanmasının etkisi benzeşim kuralları kullanarak elde edilebilir. Pompanın basma yüksekliği, çark çapının karesi ile artar. Benzer biçimde devir sayısının da karesi ile artar. Pompanın debisi ise devir sayısı ile doğru orantılı olarak, çark çapının ise kübü ile artar.

$$\frac{H_m}{H_{m'}} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2 \qquad \frac{H_m}{H_{m'}} = \left(\frac{D}{D'}\right)^2$$

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'} \qquad \frac{Q}{Q'} = \left(\frac{D}{D'}\right)^3$$

Pompa çalışma noktasını bağlı bulunduğu tesisatın hidrodinamik karakteristikleri belirler. Pompa karakteristik eğrileri üzerinde kalarak tesisatın ihtiyaç duyduğu enerji miktarını içinden geçen sıvıya aktarır.

## 4.3 H-Q karakteristiğinin basma tarafına konulan orifis ile değiştirilmesi

Pompanın basma flanşına yerleştiren bir orifis ile pompanın performans karakteristikleri değiştirilebilir. Bu uygulamada pompanın basma yüksekliği orifisin yol açtığı yersel kayıp kadar azalmaktadır. Dolayısıyla orifisli pompanın basma yüksekliğinin debi ile değişimi orifissiz pompanınkinden daha dik olmaktadır. Orifisli pompanın verimi de azalmaktadır.

## 4.4 Santrifüj pompaların kalkış momentleri, yol verme ve durdurma zamanları

Santrifüj pompaların kalkış momentlerinin, yol verme ve durma zamanlarının bilinmesi pompalama istasyonunun işletimi açısından önem arz edebilir.

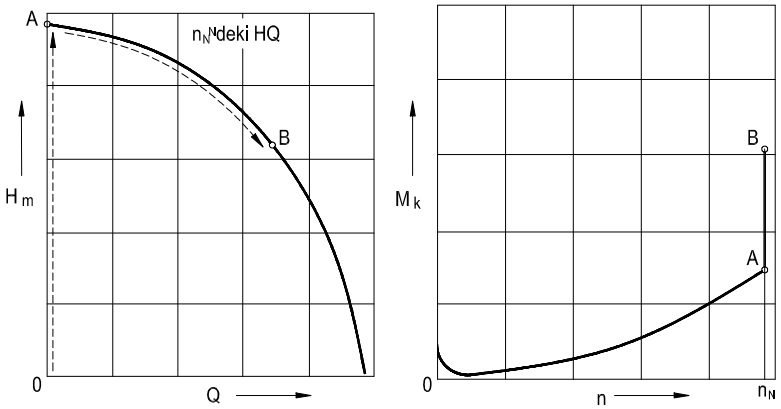
Bir pompanın kalkış momenti :

$$M_k = \frac{P}{\omega}$$

ifadesi ile hesaplanmaktadır. Bu ifadedeki P, pompanın kalkış anındaki gücü ve $\omega$ açısal hızıdır. Moment değeri sıfırdan başlayarak artmakta ve pompa işletme noktasına ulaştığında –doğru seçilmiş bir pompa için- optimum devir sayısına ve moment değerine ulaşmaktadır. Pompayı tahrik eden makinanın milindeki moment ise, pompa işletme noktasına ulaşana kadar, pompanın gerek duyduğu momentten daha büyük olup, aradaki fark dönen kütlelerin ivmelenmesini sağlamaktadır.

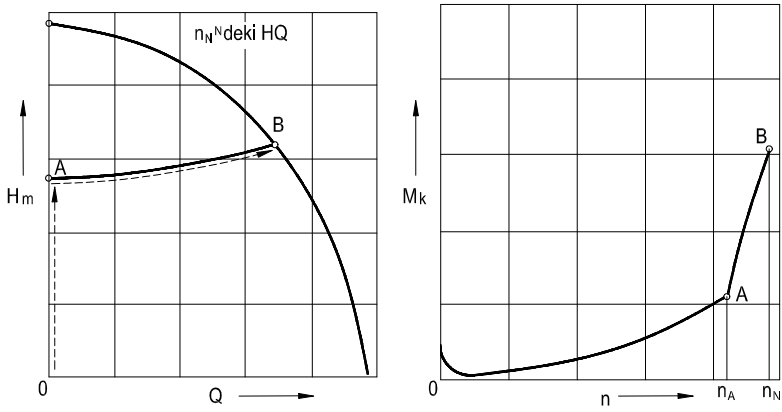
Pompanın kalkış momentinin değişimi, kalkış anındaki tesisatın karakteristiğine bağlı olup, dört biçimde sınıflandırılabilir:

**a. Kapalı vana durumunda kalkış hali:** Pompa nominal hıza ulaşana kadar vana kapalı olup, daha sonra açılmakta ve arzu edilen çalışma noktasına ulaşmaktadır. Bu durum aşağıda yer alan H-Q ve $M_k$-n grafiklerinde gösterilmektedir. Vananın kapalı olduğu durumda (O-A arası) pompanın hidrolik momenti dönme hızının karesi ile artmaktadır. n=0 olduğu durumdaki ilk kalkış momenti statik sürtünmeler nedeniyle mevcut olup oldukça büyük değerlere sahip olabilir. Statik sürtünmeler genel olarak nominal moment değerinin %5 ila 10 katı değerinde ilk kalkış momentine yol açarlar. A-B arasında ise pompa sabit dönme sayısında çalışmaktadır ve momenti pompa güç eğrisinin biçimine bağlı olarak artar veya azalır. (Şekil 4.2)



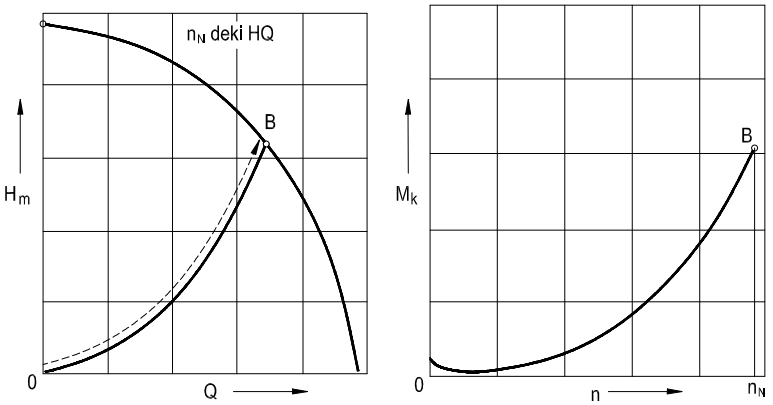

*Şekil 4.2 Kapalı vana durumu*

**b. Çekvalfli sistem:** Bu durumda tesisatın basma borusunda yer alan çekvalfin basma deposu tarafında statik yük mevcuttur. Pompa A noktasında çekvalfin arka tarafında yer alan basınca eşit basma yüksekliğine sahiptir. Bu noktaya kadar pompa kapalı vana konumunda çalışmaktadır. Bu değer aşılınca basma deposuna doğru akış başlamakta ve pompa nominal hıza ulaşınca arzu edilen çalışma noktasına (B noktası) ulaşılmaktadır. A ve B noktaları arasındaki momentin devir sayısı ile değişimi doğrusal kabul edilebilir. (Şekil 4.3)



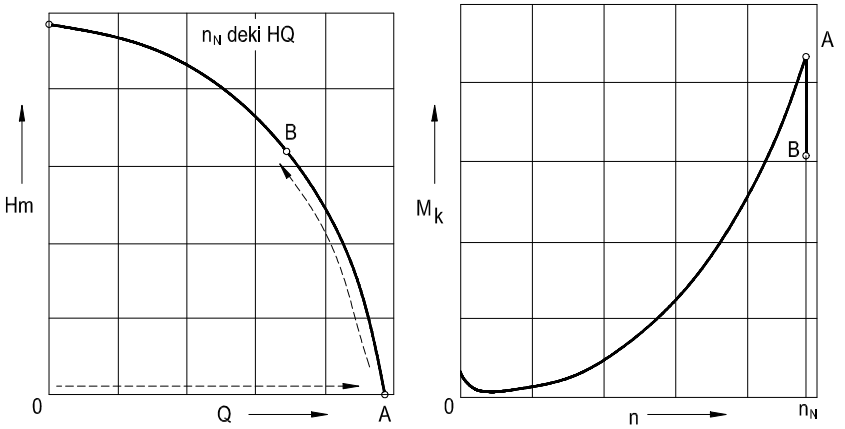

*Şekil 4.3 Çekvalfli sistem*

**c. Açık vanalı dinamik sistem:** Boru hattının çok kısa olması durumunda açık vanalı yol verme halinde oluşan H-Q ve $M_k$-n değişimleri aşağıda gösterilmiştir. Boru hattının çok uzun olması halinde suyu ivmelendirmek için gereken zaman pompanın kalkış zamanından çok daha uzundur. Bu durumda a halindeki gibi bir değişim söz konusudur. (Şekil 4.4)



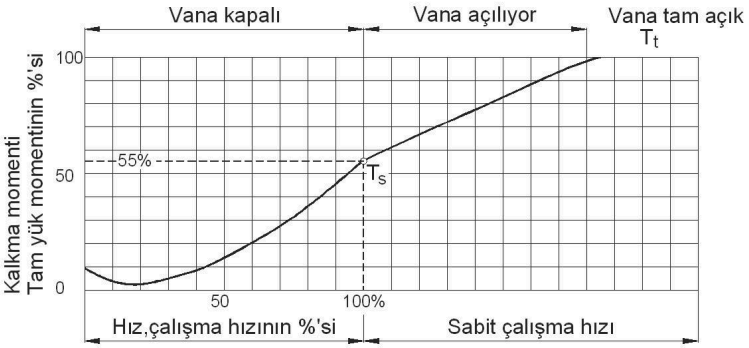

*Şekil 4.4 Açık vanalı sistem*

**d. Açık vana ve boş basma borusu hali:** Boru hattının su ile doldurulması süresinin pompanın yol verme süresinden daha uzun olması halinde, pompa ilk olarak aşağıda gösterilen O-A eğrisi üzerinde kalarak çalışır. A-B bölgesindeki moment değişimi de pompanın güç eğrisi ile yakından ilişkilidir.(Şekil 4.5)



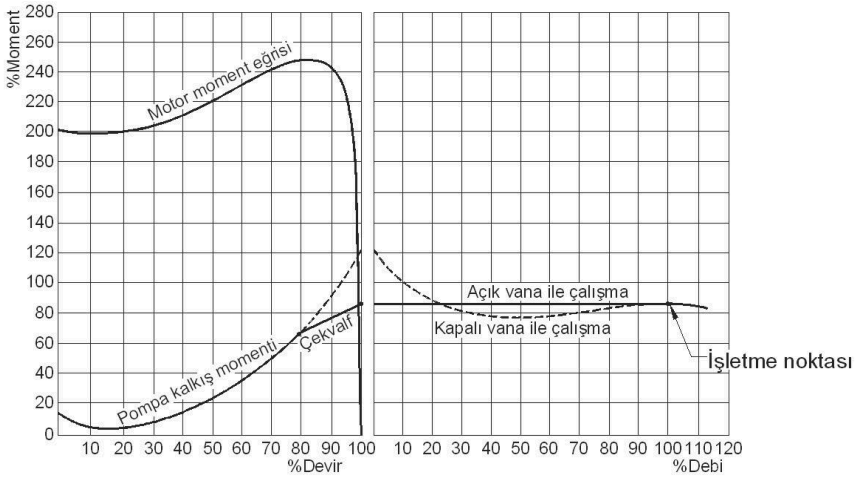

*Şekil 4.5 Açık vana ve boş basma deposu hali*

**e. Kalkma momenti:** Elle kumanda edilen santrifüj pompalar kapalı çıkış vanası ile çalışırlar. Pompanın çalıştırılması sırasında momentle devir sayısı arasındaki bağıntı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.




*Şekil 4.6 Santrifüj (Norm) pompaların kalkma momenti*

Eksenel pompalara ise açık vana ile yol verilir. Şekil 4.7 'de açık ve kapalı vana ile kalkış halindeki moment karakteristikleri karşılaştırılmaktadır.




*Şekil 4.7 Eksenel (EKS) pompa ve motor, çalışma ve yolverme moment karakteristiği*

## 4.5 Pompanın kalkış ve durma zamanlarının belirlenmesi

Pompanın kalkış momenti $M_k$ ile pompa mil momenti $M_m$ arasındaki fark pompanın dönen kütlelerinin ivmelenmesine yol açmaktadır:

$$M_m - M_k = J\,\alpha$$

Bu ifadedeki J dönen kütlelerin atalet momentleridir. $\alpha$ ise pompa milinin açısal ivmesidir. Momentler arasındaki fark dönme hızının zamanla değişmesine yol açmaktadır:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_m - M_k}{J}$$

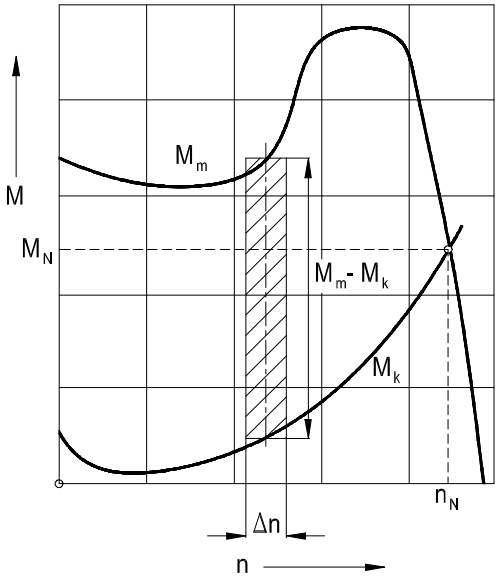
$M_m$ ve $M_k$ nın devir sayısı ile değişimleri grafiksel olarak aşağıda verilmektedir. Yukarıdaki diferansiyel denklem grafiksel olarak integre edilebilir:

$$\frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{30}{\pi}\frac{M_m - M_k}{J}$$

Bunu yapmak için şekilde gösterildiği gibi n ekseni Δn ile gösterilen sonlu bölümlere ayrılır ve yol verme zamanı

$$t = \sum_{i=1}^{k} t_i = \frac{\pi J}{30}\sum_{i=1}^{k}\frac{\Delta n_i}{(M_m - M_k)} = \frac{\pi J}{30}\left(\frac{\Delta n_1}{M_m - M_k} + \frac{\Delta n_2}{M_m - M_k} + .... + \frac{\Delta n_k}{M_m - M_k}\right)$$

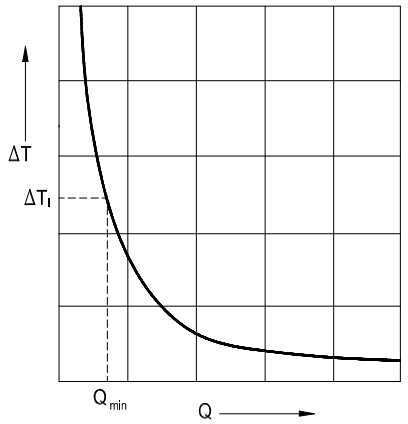
bağıntısı ile hesaplanabilir.




*Şekil 4.8 Pompanın kalkış zamanının belirlenmesi*

## 4.6 Minimum debi

Pompayı tahrik eden sistemin tüm gücü çeşitli nedenlerle akışkana aktarılamaz. Bunun nedeni daha önce açıklanan nedenlerle oluşan kayıplardır. Kayıp olarak adlandırılan bu enerji aslında enerjinin ısıya dönüşen kısmıdır. Bu enerji pompa gövdesinin ve pompanın bastığı sıvının sıcaklığının yükselmesine yol açar.




*Şekil 4.9 Minimum debi*

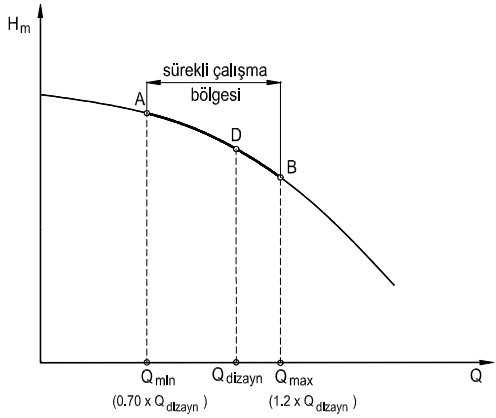
Şekil 4.9 söz konusu sıcaklık artışının debi ile değişimini göstermektedir. İzin verilen sıcaklık artışının $\Delta T_i$ olması halinde, bu değere gelen debi minimum debi $Q_{min}$ olarak adlandırılır ve pompa bu debi değerinin altında çalıştırılmamalıdır.

Sıcaklığın artması, pompanın çıkış tarafında, basınç değeri yüksek olduğundan buharlaşma riski az olduğu için, önemli bir soruna yol açmaz. Pompanın içinde en düşük statik basınçların olduğu bölgelerde ise durum daha kritiktir. Dolayısıyla bir takım önlemlerin alınması gerekebilir.

## 4.7 Pompaların optimum çalışma aralıkları

Santrifuj pompaların sürekli çalışabileceği debi aralığı genel olarak dizayn debisinin %70'inden büyük, %120'sinden küçük debilerdir (Şekil 4.10).

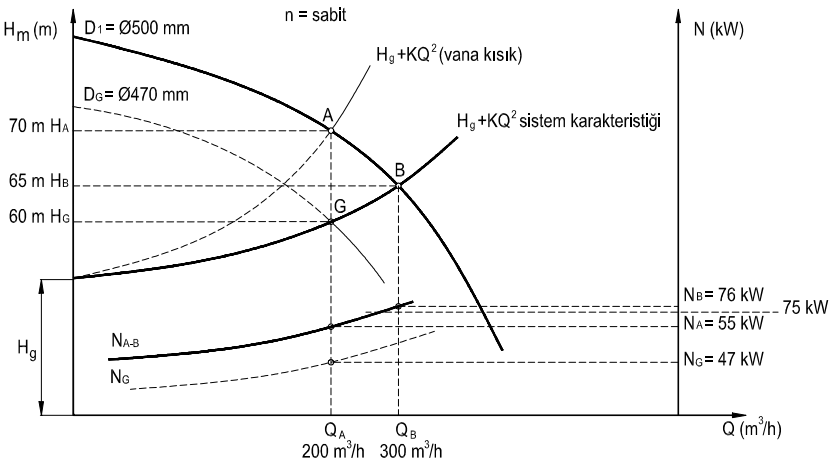
Pompaların, Şekil 4.10'da gösterilen bölgenin dışında çalıştırılmaları, yüksek enerji tüketimi yanında istenmeyen hidrolik ve problemlere yol açabilir.




*Şekil 4.10 Tavsiye edilen çalışma aralığı*

## 4.8 Yanlış $H_m$ talebinin yol açtığı problemler

Pompalama sisteminin $H_m$ değeri doğru hesap edilmelidir. Bu da sistem karakteristiğinin , yersel ve boru kayıplarının tam hesaplanması ile mümkündür. Konuyu bir örnek ile değerlendirirsek, pompanın hesapla bulunan basma yüksekliği, örneğin 60 mSS değeri, emniyet payı olarak düşünülen (hatalı !!!) 10 m arttırılarak 70 mSS olarak düşünülmesi halinde karşımıza çıkabilecek durumlar şunlar olacaktır :

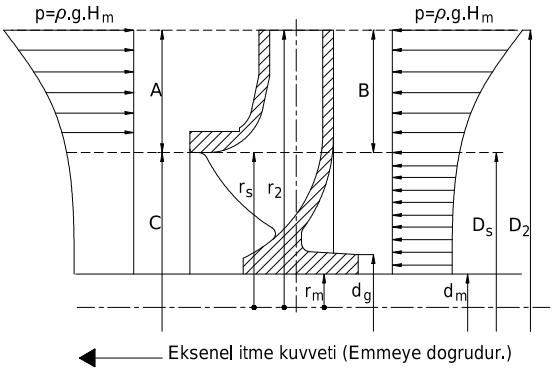



*Şekil 4.11 Yanlış $H_m$ talebi*

1- 200 $m^3$/h, 70 mSS, 75 kW değerlerinde Motopomp (pompa + motor komple) satın alınacaktır.
2- Pompa karakteristik eğrisi gerçek sistem karakteristiği ile B noktasında buluşacaktır. Bu noktadaki değerlerimiz ; Q= 300 $m^3$/h, $H_m$= 65 mSS olacaktır.
3- Pompamızın G gerçek noktada çekmesi gereken güç $N_G$= 47 kW yerine pompa B noktasında çalıştığı için pompanın çektiği güç , $N_B$= 76 kW olacaktır. (pompanın G, A, B noktalarında verimlerinin değişmediğini kabul ediyoruz. %70) B noktasında pompamız 29 kW fazla enerji çekmektedir. Bununda yıllık maliyeti = 29 x 0,2 $/Kwh x 365 gün x 12 saat/gün = 25404 $/yıl'dır.
4- Ayrıca motor gücünü 75 kW olduğu için motorumuz fazla amper çekecektir. B noktasında çalıştırmak istersek, motorumuz kısa süre sonra yanacaktır.
5- Debimiz çok olduğu için istediğimiz debi noktasında $Q_A$ (200 $m^3$/h) çalıştırmak istersek, vanamızı kısarak $Q_A$ ve $H_A$ noktasına geleceğiz.
6- Bu noktada da pompamızın çektiği güç $N_A$ = 55 kW olacaktır. Artık motorumuzu güvenle çalıştırabiliriz. Yalnız yine bu noktadaki değerlerimiz Q=200 $m^3$/h , $H_m$=70 mSS olmuştur. Pompamız 8 kW fazla enerji çekmektedir. Bununda yıllık maliyeti = 8 x 0,2 $/Kwh x 365 x 12 saat/gün = 7008 $/yıl'dır.
7- Ne yapılmalıdır: Pompamıza G gerçek işletme noktasında çalışacak şekilde tadilat yapılmalıdır. Çark çapımızı $D_1$ (Ø500) den $D_G$ (Ø470) çapına tornalayarak gerçek işletme değerlerine indirmiş olacağız.

## 4.9 Eksenel itme ve dengeleme şekilleri

Türbomakinalarda, çarkın ön ve arka yüzleri arasındaki basınç farkından doğan eksenel itme kuvveti çarkı ve ona bağlı mil v.b. organları düşük basınçlı bölgeye doğru iter. Pompa çarklarında da emme ağzı tarafındaki basınç düşüklüğü ve arka yüzündeki basınç yüksekliği nedeniyle itme kuvveti doğar ve pompa çarkı emme tarafına doğru itilir. Bu itme kuvveti, özellikle kademeli pompalarda çok büyük değerlere ulaşabilir ve bir dengeleme şekli ile bu kuvvetin muhakkak giderilmesi gerekir.




*Şekil 4.12 Çarkın ön ve arka yüzlerinde basınç dağılımı*

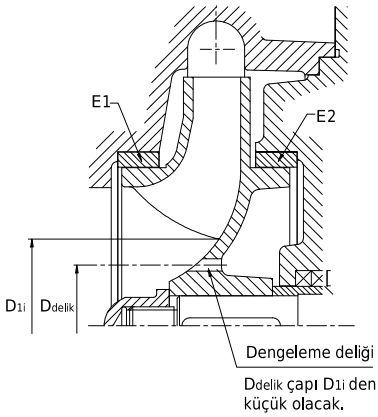
Şekil 4.12' da görüldüğü gibi çarkın ön tarafındaki A yüzeyi ile arka tarafındaki B yüzeyinde, basınç dağılışları nedeniyle doğan basınç kuvvetleri birbirini dengeler. C halkasına gelen basınç kuvvetleri ise, çarkın ön yüzeyinde vakum olduğu için, dengelenmemiştir ve bu kuvvetler çarkı ve mili emme tarafına doğru itmeye çalışır. Çok kaba hesaplar için söz konusu itme kuvvetinin değeri

$$P = \pi . \left( \frac{D_s^{\,2} - d_m^{\,2}}{4} \right) \cdot p$$

olarak hesaplanabilir. Buradaki p basıncı, labirentlerdeki kaçak kayıplar göz önüne alınmazsa pompanın manometrik yüksekliğine karşılık gelen $\mathbf{p = \rho.g.H_m}$ olarak alınabilir.

Eksenel kuvveti dengelemek için pompa konstrüksiyonlarında gerçekleştirilen bazı düzenler aşağıda belirtilmiştir.

**Tek kademeli NORM tipi santrifüj pompalarda**, manometrik yükseklikler çok büyük olmadığı için toplam eksenel itme kuvveti 1000 – 2000 N civarında kalır. Bu değerdeki kuvvetleri, çark arka yüzeyine açılan ve basınçları eşdeğer kılan dengeleme delikleri ile karşılamak mümkündür. Bu deliklerin açılmasında $D_{delik}$ çapının $D_{1i}$ çapından küçük olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca tek sıra normal rulmanlı yataklar da bu büyüklükteki eksenel yükleri taşıyabilecek özelliktedir. Eksenel itme kuvveti daha büyük çıkarsa, rulmanlı yataklardan birini (genellikle milin arka ucundaki yatağa) masuralı rulman veya eksenel yük taşıyıcı rulmanlı yatakla takviye etmek gerekir.




*Şekil 4.13 Dengeleme delikleri ile eksenel itmenin karşılanması (E1, E2 : Yıpranma halkalarını göstermektedir.)*

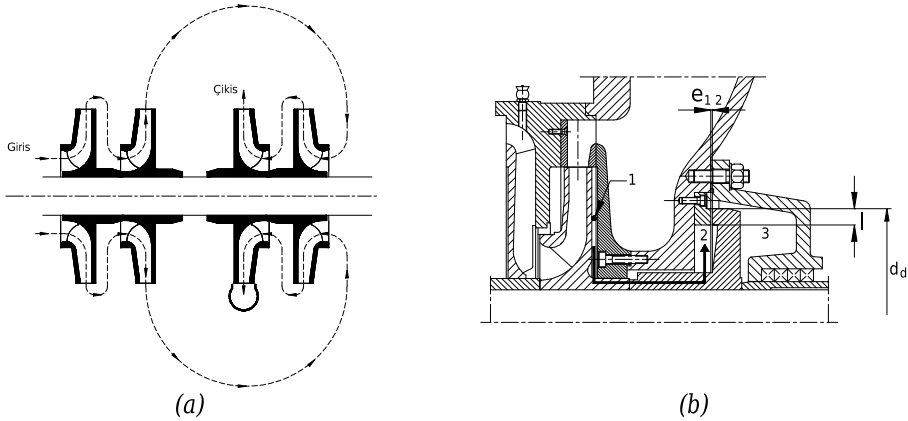
Çarka açılan dengeleme deliklerinin sayısı göbeği zayıflatmayacak tarzda 3 ila 8 arasında seçilebilir. Delik çapları da, pompa büyüklüğüne göre değişmekle beraber Ø5 ila Ø10 mm arasında alınabilir. Dengeleme delikleri açılmış çarklar muhakkak surette, yıpranma halkaları ile takviye edilmelidir (Şekil 4.13).

**Çift girişli ÇEP pompalarda,** çarklar sırt sırta dayandığı için herbir çarkta meydana gelen eksenel itme kuvveti birbirini yok eder ve çarklar eksenel itme kuvvetinin etkisinde kalmaz. Bir başka sözle, çift emişli (girişli) pompalarda eksenel itme kuvveti ve dengelenmesi problemi yoktur.

**Vortex (Açık) çarklarda,** eksenel yük, dengeleme kanatları ile yapılır. Kanat sayısı 4 ila 16 arasında ve kanat yüksekliği 2 ila 5 mm arasında yapılması önerilmektedir.

**Kademeli KAT pompalarda,** bu konu çok daha büyük önem kazanır. Basınçlar yüksek olduğu için eksenel itme kuvvetleri çok büyük değerlere (tonlar mertebesine) ulaşabilir. Meydana gelen eksenel itme kuvvetinin büyüklüğüne göre çeşitli dengeleme şekillerini gerçeklemek gerekir. Kuvvet çok büyük değilse, çarka açılan dengeleme delikleri ve eksenel yük taşıyan özel rulmanlarla bu kuvvetin karşılanması mümkündür. Kuvvetler büyüdükçe, Şekil 4.14'de görüldüğü gibi daha karışık konstrüksiyon tiplerine gitmek zorunluğu vardır. Şekil 4.14'a da kademeler arasında akış yönleri ve çarkları ters olarak tertipleyerek dengelemeyi sağlamak mümkündür. Eşit sayıda çarklar karşılıklı olarak tertiplenmek suretiyle, doğan itme kuvvetlerinin yok edilmesi yoluna gidilir. Bir diğer yol Şekil 4.14 b'de gösterildiği gibi, dengeleme diski kullanmaktır. Dengeleme diskinin çalışma prensibi Şekil 4.14 de verilmiştir.

Son kademeden sonra, biri gövdeye bağlı, diğeri mile bağlı çok iyi işlenmiş yüzeyleri haiz iki disk (2) bölmesini oluşturur. (1) bölmesinden gelen basınçlı su, (3) bölmesi ile bağlantısı bulunan (2) bölmesine geçer ve dengeleme diski üzerinde, itme kuvvetinin aksi yönünde etki yapar ve bu kuvveti dengeler.

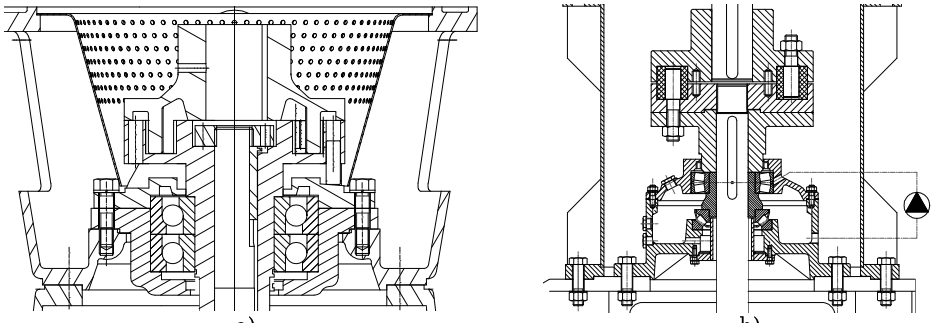



(a) (b)

*Şekil 4.14 Kademeli Pompalarda eksenel itmenin dengelenmesi*

(3) bölmesi gerekli basınç farkını yaratabilmek için pompanın ilk kademesindeki emiş ağzına bağlıdır. Dengeleme diskinin ve çalıştığı karşı yüzeyin çok iyi işlenmiş olması ve söz konusu eksenel itme kuvvetini karşılayacak tarzda boyutlandırılması gerekir. Pompa mili, çarklar ve dengeleme diski ile beraber eksenel yönde ve belirli bir tolerans dahilinde ileri geri hareket edebilir. Pompanın basma kısmı ile emme kısmı (1), (2) ve (3) bölmeleri ile ara bağlantı borusu vasıtasıyla birbirine bağlanmış olduğundan kaçak debi söz konusudur. Kaçak debinin mümkün mertebe küçük değerde kalabilmesi ve dengelemenin de yeterli olabilmesi pratikte alınan dengeleme diski boyutları şu şekildedir: Diskin en büyük çapı $D_d \leq (0,7 \sim 0,8) . D_2$ alınır. ($D_2$ : çarkın dış çapıdır) Bu değer, özellikle çarka ait $D_1/D_2$ oranı oranı 0,4 ila 0,5 arasında olan pompalarda iyi sonuç vermektedir. Disk halkasının I genişliği, disk çapının %8 ila %10 u, $e_{1\,2}$ genişliği de 0,4 ila 0,8 katı alınabilir. Bu şekildeki dengelemede kaçak kayıpları %3 ila %6 arasında değişir. Ancak konstrüksiyonunun basitliği, basınç değişimlerine göre eksenel itmenin kendi kendine dengelenmiş olması dengeleme disklerinin geniş ölçüde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

**Düşey eksenli EKS pompalarda ve derin kuyu pompalarında,** eksenel itmenin karşılanması, genellikle milin üst ucuna konulan ağır tip eksenel yük taşıyıcı (thrust yatağı) özel rulmanlarla sağlanır.

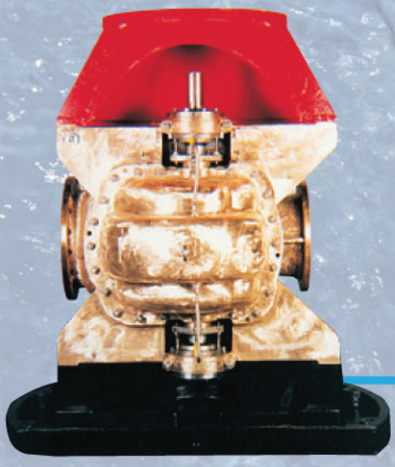


a) b)

*Şekil 4.15 EKS pompa yatağı örnekleri*

**PARPO** Parçalayıcı Bıçaklı
Dalgıç Pompa

**DAÇ** Tipi Dalgıç
Kanalizasyon Pompa



**ÇEP** Serisi Çift
Emişli Pompa

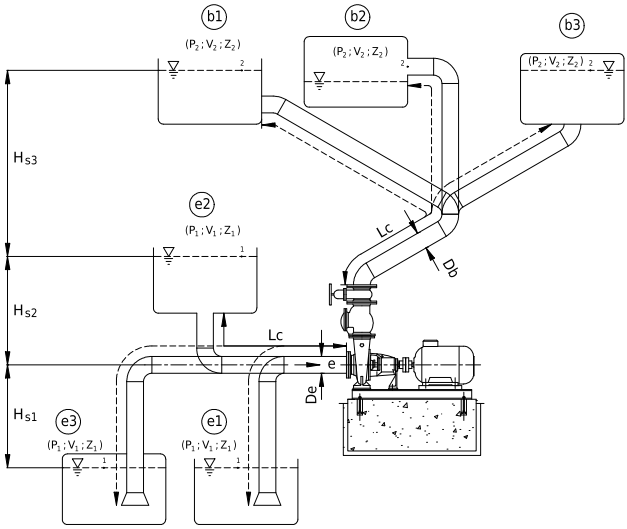
# BÖLÜM 5

## POMPA TESİSATLARINDA SİSTEM KARAKTERİSTİĞİ VE YÜK KAYIPLARI

### 5.1 Sistemin karakteristiği

Alt bölüm 2.2'de ifade edilen aşağıdaki bağıntının sağ tarafı tesisatın -sistemin- karakteristiğidir. Söz konusu terim depolar arasındaki serbest sıvı seviyeleri farkının, söz konusu depolardaki serbest sıvı yüzeylerine etkiyen basınçların farkının ve boru sistemlerinde oluşan toplam yük kayıplarının toplamından oluşmaktadır:

$$H_m = H_g + (\frac{p_B - p_A}{\rho g}) + \sum_{A-B} h$$




*Şekil 5.1 Sistem karakteristiğini açıklamak için oluşturulan tesisat çeşitlemeleri*

Şekil 5.1'de gösterilen tesisat çeşitlemeleri içinden sıvının e3 emme deposundan b1 basma deposuna basılması halinde yukarıda verilen eşitlikteki terimleri hesaplayalım:

**(1) $H_g$ terimi**, geometrik yükseklik, $H_g = H_{s1} + H_{s2} + H_{s3}$ biçiminde olmakta ve depolar arasındaki serbest sıvı seviyeleri farkına eşit olmaktadır.

**(2)** $(\frac{p_B - p_A}{\rho g})$ **terimi** ise depoların serbest sıvı yüzeylerine etkiyen basınçlar göz önüne alınarak, $(\frac{p_2 - p_1}{\rho g}) = \frac{0 - p_1}{\rho g} = -\frac{p_1}{\rho g}$ şeklinde elde edilmektedir. Burada alınan tüm basınçların efektif basınçlar olduğu unutulmamalıdır.

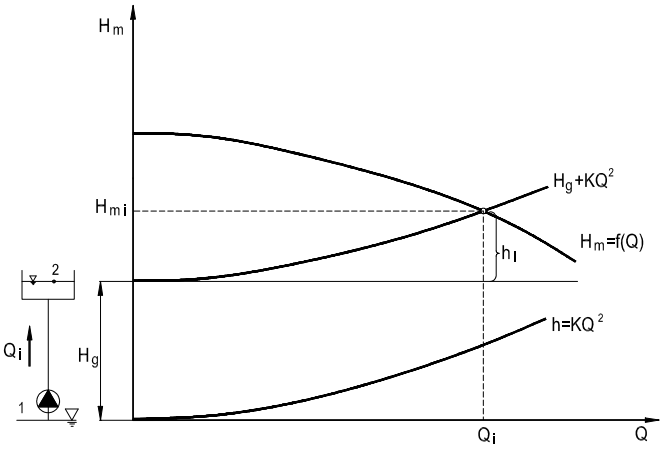
**(3)** $\sum_{A-B} h$ **terimi** ise emme ve basma borularındaki sürekli ve yersel kayıpların toplamını ifade etmektedir.

Şekil 5.1'den farklı olan çok sayıda tesisat çeşitleri ve bunlara ait $H_m$ hesaplamaları bu bölümün sonunda yer alan, alt bölüm 5.11'de verilmektedir.

## 5.2 Sistem karakteristiği, sistem verimi

Sistem karakteristiğini tanımlayan aşağıdaki eşitliğin ilk iki terimi, tesisattan geçen debiye bağlı değildir. Üçüncü terim ise debinin de bir fonksiyonudur. Dolayısıyla bu üç terimin toplamı olan sistem karakteristiği debinin bir fonksiyonudur.

$$H_m = H_g + (\frac{p_B - p_A}{\rho g}) + \sum_{A-B} h$$




*Şekil 5.2 Pompalama sistemi ve sistem karakteristiği*

Şekil 5.2'de gösterilen pompalama sisteminde $H_g$ depolar arasındaki sıvı serbest yüzeylerinin seviye farkıdır.

Depolar atmosfere açık oldukları için serbest sıvı yüzeylerine atmosfer basıncı etkimektedir. Bu nedenle $p_B$ ve $p_A$ basınç değerleri sıfırdır. ($P_A = P_B = 0$)

$\sum_{A-B} h$ kayıp teriminin debi ile değişimi daha sonra açıklanacağı üzere parabolik bir şekle sahip olup ($h = KQ^2$) şekilde gösterilmektedir.

Dolayısıyla sistem karakteristiği, bu örnek için, kayıp parabolü ile depolardaki serbest sıvı yüzeyleri arasındaki seviye farkının toplamına eşittir. Bu toplama işlemi, grafiksel olarak $h = KQ^2$ kayıp parabolünün $H_g$ kadar yukarıya ötelenmesi ile gerçekleştirilebilir.

Depoların atmosfere açık olmaması durumunda, depolar arası basınç farkına karşılık gelen metre akışkan yüksekliği değeri ile $H_g$ toplanır. Bulunan değer altbölüm 2.2'de açıklandığı üzere statik basma yüksekliğidir ($H_{st}$). Bu durumda sistem karakteristiği, kayıp parabolünün, hesaplanan statik basma yüksekliği kadar yukarıya ötelenmesi ile elde edilir.

Pompalama sisteminin amacı, akışkanı emme deposundan basma deposuna aktarmak olduğuna göre, pompalama sisteminin verimi, yararlı net hidrolik gücünün $\left(H_m - \sum_{A-B} h\right)$ pompada akışkana aktarılan güce oranı olarak tanımlanabilir:

$$\eta_{sistem} = \frac{H_m - \sum_{A-B} h}{H_m}$$

## 5.3 Yük kayıpları: Sürekli kayıplar, Yersel kayıplar

$\sum_{A-B} h$ ifadesi ile belirtilen sistem kayıpları, emme ve basma borularında oluşan sürekli ve yersel kayıpların toplamıdır:

$$\boxed{\sum_{A-B} h_{sürekli} + \sum_{A-B} h_{yersel} = \sum_{A-B} h = h}$$

Birimi metre akışkan yüksekliği olup fiziksel anlamı akışkanın birim ağırlığının sistemde kaybettiği enerjidir.

### 5.3.1 Sürekli yük kayıpları

Sürekli yük kayıpları, akışın yön ya da hızının değişmediği uzun borularda oluşan kayıplardır.

Borulardaki sürekli kayıplar:

$\boxed{h_{sürekli} = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}}$ bağlantısıyla ifade edilir.

Bu ifadede;

**(1)** $\lambda$ sürekli yük kayıp katsayısı olup Reynolds sayısı ve borunun bağıl yüzey pürüzlülüğünün bir fonksiyonudur ve Ek-Tablo 1'de verilen Moody diyagramından bulunabilir. Fakat öncelikle Reynolds sayısının (Re) ve borunun bağıl yüzey pürüzlülüğünün ($\varepsilon$) hesaplanması gerekmektedir. Reynolds sayısı

$$\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu}$$

ifadesi ile hesaplanır. Bu ifadede V, akışkanın boru içindeki hızı (m/s); D, borunun çapı (m) ve $\nu$, akışkanın kinematik viskozitesi ($m^2/s$)'dir. $15^0$C'deki suyun kinematik viskozitesi $11{,}416 \cdot 10^{-7}$ $m^2/s$'dir. Diğer akışkanların kinematik viskoziteleri Ek-Tablo 3'de verilmektedir.

Borunun bağıl yüzey pürüzlülüğü

$$\varepsilon = \frac{k}{D}$$ ifadesi ile hesaplanır.

Bu ifadede k, boru malzemesinin pürüz yüksekliği (m); D ise borunun çapı (m)'dir. Farklı malzemelerden yapılmış olan boruların pürüz yükseklikleri Ek-Tablo 4'de verilmiştir.

**(2) L** boru boyudur (m),

**(3) D** boru çapıdır (m),

**(4) V** boru içindeki hızdır (m/s),

**(5) g** yerçekimi ivmesidir (m/s$^2$)**.**

**(6) A** alan (m$^2$)**.**

**(7) Q** debi (m$^3$/sn).

Sürekli yük kaybını veren ifadede V hızı yerine

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

ifadesi yazılarak,

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{1}{2g} \cdot \frac{16 \cdot Q^2}{\pi^2 D^4} = 0{,}0826 \cdot \frac{Q^2}{D^4}$$

elde edilir ve sürekli yük kaybı ifadesi

$$\boxed{h_{sürekli} = 0{,}0826 \cdot \lambda \cdot \frac{L \cdot Q^2}{D^5}}$$ şeklini alır.

Bu ifade de L ve D metre, Q ise m$^3$/sn olarak alınmalıdır.

**Örnek (1) :** Sistem karakteristiğinin grafiksel olarak gösterilmesi – çizilmesi –

Emme boru çapı = Ø150 mm
Emme boru boyu = 10 m
Çelik boru için = 0,023

Basma boru çapı = Ø125 mm
Basma boru boyu = 160 m

$$h_{sürekli} = 0{,}0826 \cdot \lambda \cdot \frac{L \cdot Q^2}{D^5}$$ (Q = m$^3$/sn, L = m, D = m)

$$h_{sürekli(emme)} = 0{,}0826 \cdot 0{,}023 \cdot \frac{10 \cdot Q^2}{(0{,}15)^5} = 251 \cdot Q^2$$

$$h_{sürekli(basma)} = 0{,}0826 \cdot 0{,}023 \cdot \frac{160 \cdot Q^2}{(0{,}125)^5} = 9960 \cdot Q^2$$

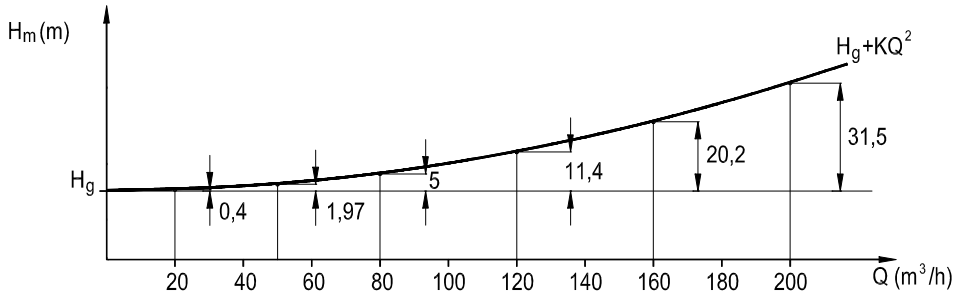
$$h_{sürekli} = (251 + 9960) \cdot Q^2$$

$$\boxed{h_{sürekli} = (10211) \cdot Q^2}$$

olarak elde edilir. Bu ifade de Q, m$^3$/sn olarak yerine konulursa $h_{sürekli}$ m olarak elde edilir.

Şimdi farklı Q değerleri için $h_{sürekli}$ değerlerini bir tablo biçiminde oluşturalım:

| $Q(m^3/sn)$ | 0 | 0,0055 | 0,014 | 0,022 | 0,034 | 0,044 | 0,056 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $h_{sürekli}$ | 0 | 0,4 | 1,97 | 5 | 11,4 | 20,2 | 31,5 |
| $Q(m^3/h)$ | 0 | 20 | 50 | 80 | 120 | 160 | 200 |




*Şekil 5.3*

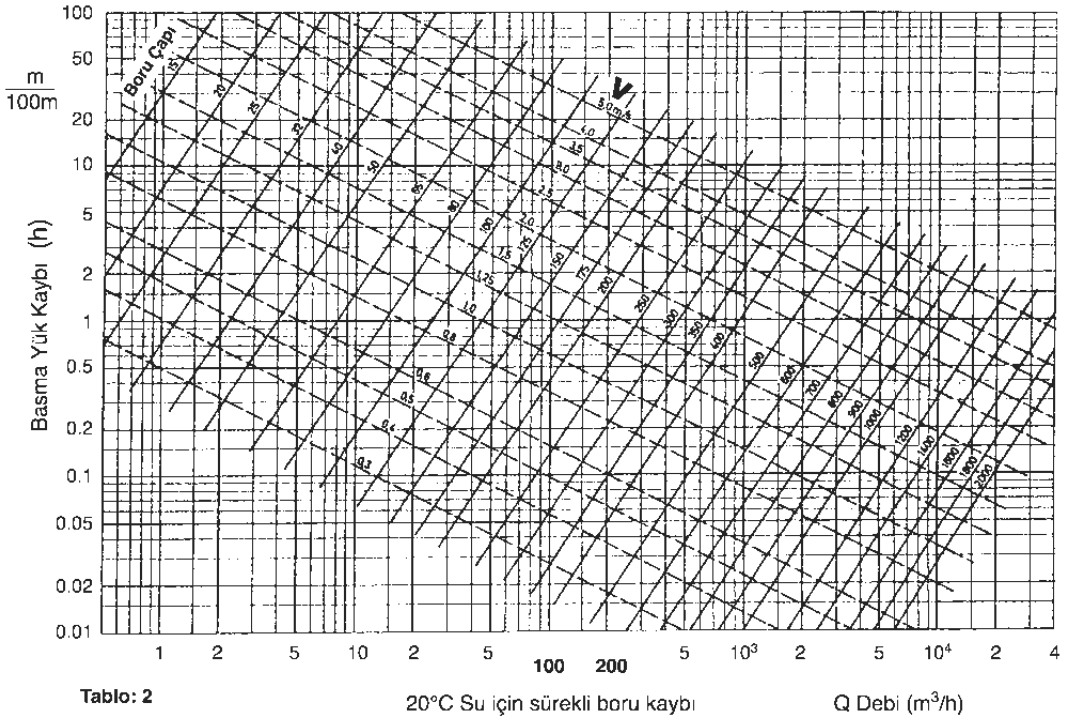
Borulardaki sürekli yük kayıpları aşağıda verilen Tablo 2 kullanarak da hesaplanabilir. Tablo 2'nin yatay ekseninde borudan geçen debi değeri bulunur. Buradan çıkılan dik doğrunun sabit boru çapı doğrularından tesisatta kullanılan boru çapına ait doğruyu kestiği noktadan çizilen yatay doğrunun düşey ekseni kestiği nokta borunun 100 m boyu başına yük kaybını *($h_{100}$)* vermektedir. Dolayısıyla toplam boru boyu L için sürekli yük kaybı,

$$h_{sürekli} = K \cdot h_{100} \cdot \frac{L}{100}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Kullanılmış çelik boru için *K= 1,25* alınması önerilmektedir.

**Örnek (2) :** Ø150 mm çapındaki 400 m boyundaki borudan 175 $m^3/h$ debisindeki suyun geçmesi halinde oluşacak sürekli yük kaybı, Q=175 $m^3/h$ ve Ø150 mm boru çapı için, Tablo 2'den $h_{100} = 5m$ değeri elde edilir ve boruda oluşan sürekli yük kaybı

$h_{sürekli} = 1{,}25 \cdot 5 \cdot \frac{400}{100} = 25\,m$ olarak hesaplanır.




*Şekil 5.4*

### 5.3.2 Yersel yük kayıpları

Akışın yön ya da hız değiştirdiği, hazne giriş, hazne çıkış, dirsek, çekvalf, dip klapesi, süzgeç, vana vb. gibi sistem elemanlarının yol açtığı kayıplardır.

$$h_{yersel} = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

ifadesi elde edilir. Hız yerine debi bu ifadeye yerleştirilirse,

$$\boxed{h_{yersel} = 0{,}0826 \cdot K \frac{Q^2}{D^4}} \quad (Q= m^3/h, D=m)$$

ifadesi elde edilir. Yersel yük kayıplarının debinin karesinin bir fonksiyonu olduğu görülmektedir. Sürekli yük kayıplarını veren bağıntı da, yukarıda gösterildiği gibi, debinin karesinin bir fonksiyonudur.

$$h_{sürekli} = 0{,}0826 \cdot \lambda \cdot \frac{L \cdot Q^2}{D^5}$$

Dolayısıyla toplam yük kayıplarının debinin karesinin bir fonksiyonu olması, Şekil 5.1'de gösterilen kayıp eğrisinin ($h=KQ^2$) debi ile değişiminin neden parabolik bir şekle sahip olduğunu açıklamaktadır.

Bütün yersel elemanların kayıp K katsayıları Ek 5' den alınarak yersel kayıp değerleri tek tek hesaplanmalıdır. Toplamları, sistemin yersel yük kayıp eğrisini verecektir.

## 5.4 Boru çapı seçimi

Pompalama sistemlerinde akışkan hızının 4 m/sn'yi geçmemesi ve en az 0,8 m/sn olması önerilir ve genel olarak sistem basma borusunda 3,5 m/sn, emme borusunda 1,5 m/sn hız olacakmış biçimde tasarlanır. Aşağıdaki tabloda çeşitli pompalama sistemlerinde akışkanın borudaki önerilen hız değerleri verilmektedir. Bu değerler kullanılarak debi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır :

| Akışkanın Borudaki Hızı, V ( m/s ) | | |
|---|---|---|
| Su Arıtma Tesisi | Sulama ve Drenaj | Endüstriyel Su |
| 0,8 ~ 1,5 | 1,5 ~ 3,0 | 1,5 ~ 2,5 |

Q, debi = ($m^3$/h); A, boru kesit alanı = ($m^2$); V, akışkan hızı = (m/sn) olmak üzere;

$$Q = A \cdot V$$

Debinin verilmesi halinde boru çapı

$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$ bağıntısı ile bulunur.

Pompalama sisteminde boru çapı seçimi bir optimizasyon problemidir. Boru çaplarının küçük seçilmesi ilk yatırım maliyetini düşük kılacaktır. Sürekli yük kayıpları ifadesine bakıldığında, yük kaybının borunun çapı ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Boru çapının küçük seçilmesi, bu nedenle, işletme maliyetlerini arttıracaktır. Dolayısıyla bu iki kriter arasında bir optimizasyon yapılması gerekliliği vardır. Bu optimizasyon yatırımcının tercihleri doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

### 5.4.1 $H_m$ hesabında kullanılan formüller

| **Manometrik Yükseklik Bağıntısı** | **Büyüklüklerin Birimleri** | **Manometrik Yükseklik Birimi** |
|---|---|---|
| $H_m = H_g + \frac{P_A - P_B}{\rho.g} + \sum h$ | $H_g$: m<br>$P_A$: Pascal<br>$P_B$: Pascal<br>ρ: kg/$m^3$ (su için 1000)<br>g: m/$s^2$<br>h: m | $H_m$: m |

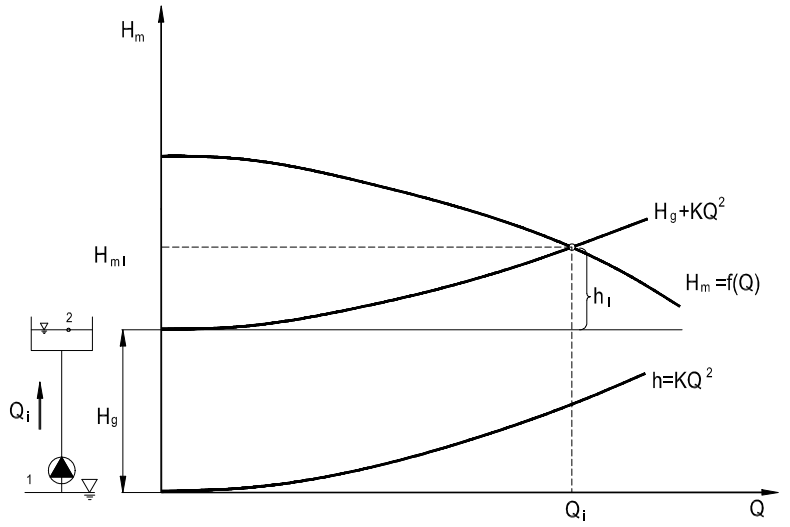
| **Tesisattaki Yük Kayıpları Bağıntısı** | **Büyüklüklerin Birimleri** | **Tesisattaki Yük Kayıpları Birimi** |
|---|---|---|
| $h = \sum h_s + \sum h_y$ | $h_s$: m<br>$h_y$: m | h: m |
| $h = \sum \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + \sum K \cdot \frac{V^2}{2g}$ | L: m<br>D: m<br>$V^2$: m/s<br>g: m/$s^2$<br>K: (-) | h: m |

| Boru Sürtünme Kayıpları Bağıntısı | Büyüklüklerin Birimleri | Boru Sürekli Yük Kayıpları Birimi |
|---|---|---|
| $\sum h_s = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$ | L: m<br>D: m<br>$V^2$: m/s<br>g: $m/s^2$ | $h_s$: m |
| $\sum h_s = 6.4 \cdot 10^6 \cdot \lambda \cdot \frac{L}{D^5} \cdot Q^2$ | L: m<br>D: mm<br>Q: $m^3/h$ | $h_s$: m |

| *Lokal (Yersel) Yük Kayıpları* Bağıntısı | Büyüklüklerin Birimleri | *Lokal (Yersel) Yük Kayıpları* Birimi |
|---|---|---|
| $h_y = K \cdot \frac{V^2}{2g}$ | $V^2$: m/s<br>g: $m/s^2$<br>K: (-) | $h_y$: m |
| $h_y = 6400 \cdot K \cdot \frac{Q^2}{D^4}$ | D: mm<br>Q: $m^3/h$<br>K: (-) | $h_y$: m |

## 5.5 Pompa ve tesisatın ortak çalışma noktası

Şekil 5.5'de tanımlanan tesisatta karakteristiği tanımlanan pompanın kullanılması durumunda, sistem karakteristiği ( $H_g + KQ^2$ eğrisi) ile pompanın $H_m$=f(Q) karakteristik eğrisinin kesiştiği nokta pompanın çalışma noktası olacaktır. Şekil 5.5'de pompanın çalışma noktası i indisi ile gösterilmektedir. Pompadan $Q_i$ debisi geçmekte ve basma yüksekliği $H_{mi}$ olmaktadır. $H_{mi}$ değerinden $H_g$ çıkarıldığında sistemden geçen sıvının birim ağırlığı başına boru sistemde oluşan kayıplara harcanan enerji bulunmaktadır.




*Şekil 5.5 Pompa ve tesisatın ortak çalışma noktası*

**Örnek (3) : Pompalama sistemi hesabı**

Aşağıda Şekil 5.6'da gösterilen ve özellikleri verilen sistemde yer alan pompanın bastığı suyun debisi 650 $m^3$/h ve $H_g$ =35m 'dir. Emme ve basma tesisatlarında galvanizli boru kullanılmaktadır.

Emme Tesisatı:
Emme boru çapı = Ø300
Emme boru boyu = 8 m
Süzgeçli dip klapesi = Ø350 1 adet
Sürgülü vana = Ø300 1 adet
$90^o$ dirsek = 1 adet
Dik konik = Ø300-Ø250 1 adet

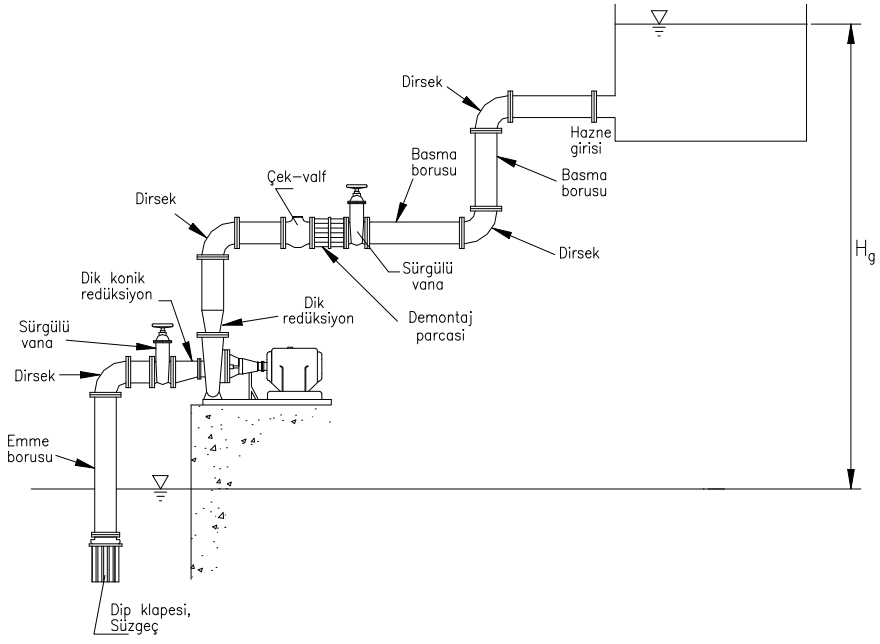
Basma Tesisatı:
Basma boru çapı = Ø250
Basma boru boyu = 200 m
Sürgülü vana = Ø250 1 adet
$90^o$ dirsek = 3 adet
Çekvalf = Ø250 1 adet
Redüksiyon = Ø200/Ø250 1 adet
Sökme parçası = Ø250 1 adet

Sistemde oluşan kayıpları hesaplayalım;

Basma yüksekliğini veren ifadenin aşağıdaki biçimde olduğunu daha önce açıklamıştık.

$$H_m = H_g + (\frac{p_B - p_A}{\rho g}) + \sum_{A-B} h_{sürekli} + \sum_{A-B} h_{yersel}$$

Her iki depodaki serbest su yüzeylerine etkiyen basıncın atmosfer basıncı olduğu göz önüne alınırsa $(p_A=p_B)$, bu bağıntı




*Şekil 5.6*

$H_m = H_g + \sum_{A-B} h_{sürekli} + \sum_{A-B} h_{yersel}$ haline indirgenir. Şimdi bu ifadenin her bir terimini hesaplayalım:

***$H_g$***, tesisattaki depolar arasındaki serbest su yüzeyi seviye farkıdır. Yukarıda yer alan tesisat resminden bu değerin $H_g$ = 35 m olduğu görülür.

***$h_{sürekli}$*** terimi emme ve basma hatlarında oluşan sürekli yük kayıplarının toplamıdır:

Emme hattı için bu terim hesaplanırsa,

Sürekli yük kayıp katsayısı ($\lambda$) hesaplayabilmek için Reynolds Sayısına (Tablo.1) ve bağıl pürüz yüksekliğine ihtiyaç vardır.

Reynolds Sayısı; $\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu}$

bağıntısıyla verilmiş olup, V boru içindeki hız, D boru çapı ve ν akışkanın viskozitesidir. Boru içindeki hız sistemin verilen debisinden ve emme borusunun alanından bulunur:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \,.650/3600}{\pi \, 0{,}3^2} = 2{,}55 \; m/sn$$

Dolayısıyla Reynolds sayısı

$$\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{2{,}55 \,.\, 0{,}3}{11{,}416\, 10^{-7}} = 670112$$

değeri elde edilir. Ek Tablo: 4'de verilen tablodan galvanizli boru için pürüz yüksekliği olarak 0,12 mm bulunur. Dolayısıyla bağıl yüzey pürüz yüksekliği

$$\varepsilon = \frac{k}{D} = \frac{0.12 \cdot 10^{-3}}{0{,}3} = 0.0004$$

olarak elde edilir. Bu değerler yardımıyla Ek Tablo:1' de verilen Moody diyagramından sürekli yük kayıp katsayısı 0,0165 olarak elde edilir. Sonuç olarak emme borusundaki sürekli yük kaybı;

$h_{sürekli(emme)} = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0{,}0165 \frac{8}{0{,}3} \frac{2{,}55^2}{2 \,.\, 9{,}81} = 0{,}14 \; m$ olur.

Basma hattı için benzer hesaplar yapılarak

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \,.650/3600}{\pi \, 0{,}25^2} = 3{,}68 \; m/sn$$

$$\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{3{,}68 \,.\, 0{,}25}{11{,}416 \;\; 10^{-7}} = 805886$$

$$\varepsilon = \frac{k}{D} = \frac{0,12 \cdot 10^{-3}}{0,25} = 0,00048$$

Dolayısıyla sürekli yük kayıp katsayısı 0,017 olarak elde edilir. Sonuç olarak basma borusundaki sürekli yük kaybı;

$$h_{sürekli(basma)} = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,017 \frac{200}{0,25} \frac{3,68^2}{2 \,.\, 9,81} = 9,38 \text{ m olur.}$$

Sistemdeki toplam sürekli yük kaybı $\sum h_{sürekli} = 0,14+9,38=9,52$ m olarak elde edilir.

$h_{yersel}$, yersel yük kayıplarının hesabına gelince, bunun içinde emme hattından başlayalım: Emme hattındaki yersel kayıplar emme hattındaki su hızı ile hesaplanırlar. Dolayısıyla emme hattındaki su hızı

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \,.650/3600}{\pi \, 0,3^2} = 2,55 \, m/sn$$ olarak bulunur.

Emmedeki yersel kayıplar:

$$h_{yersel(emme)} = K_S \cdot \frac{V^2}{2g} + K_D \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{SV} \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{DR} \cdot \frac{V^2}{2g} = (K_S + K_D + K_{SV} + K_{DR}) \frac{V^2}{2g}$$

$$= (2,25 + 0,29 + 0,20 + 0,02) \frac{2,55^2}{2.9,81} = 0,92 \, m$$

değeri elde edilir. İkinci olarak basma hattındaki yersel yük kayıplarını elde etmek için basma borusundaki su hızı kullanılır:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \,.650/3600}{\pi \, 0,25^2} = 3,68 \, m/sn$$

Basmadaki yersel kayıplar:

$$h_{yersel(basma)} = K_{DR} \cdot \frac{V^2}{2g} + 3 \cdot K_D \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{CV} \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{SP} \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{SV} \cdot \frac{V^2}{2g} + K_{HG} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

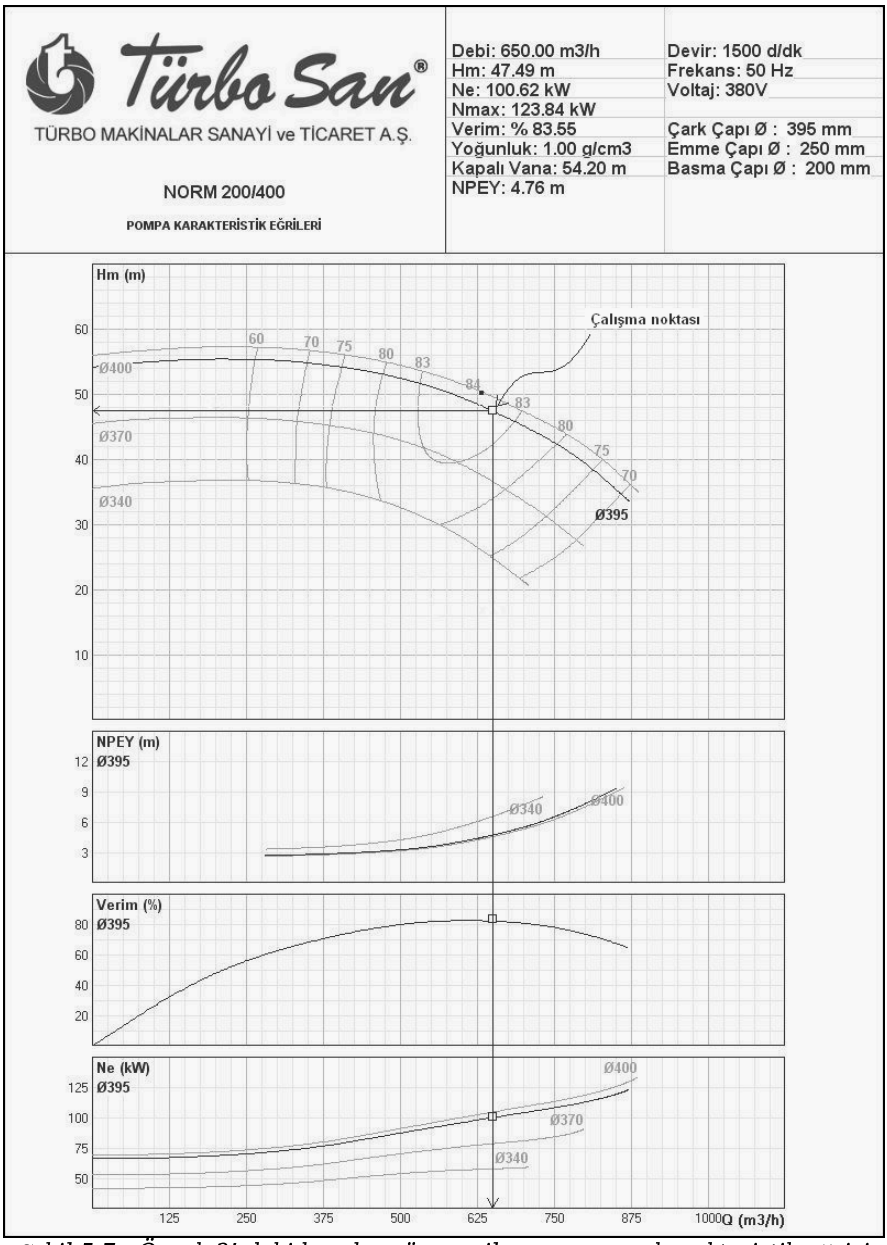
$$= (K_{DR} + 3 \cdot K_D + K_{CV} + K_{SP} + K_{SV} + K_{HG}) \frac{V^2}{2g}$$

$$= (0,04 + 3 \cdot 0,29 + 0,8 + 0,05 + 0,22 + 1) \frac{3,68^2}{2.9,81} = 2,05 \, m$$

olarak elde edilir. Dolayısıyla yersel kayıpların toplamı $\sum h_{yersel} = (0,92+2,05) = 2,97$ m'dir. Emme ve basma hatlarında oluşan sürekli yük kayıpları, yersel kayıpları ve geometrik yükseklik aşağıdaki bağıntıda yerine konulursa, manometrik yükseklik ($H_m$) elde edilir.

$$H_m = H_g + \sum_{A-B} h_{sürekli} + \sum_{A-B} h_{yersel} = 35 + 9,52 + 2,97 = 47,49 \text{ m değeri elde edilir.}$$

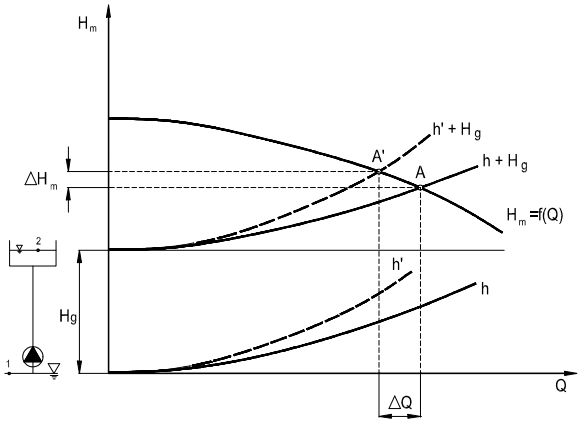
Bu değerin fiziksel anlamı, sisteme bağlı olan pompa akışkana 47,49 m değerinde enerji aktarmakta olup, bu değerin 35 m'lik kısmı akışkanı emme deposundan basma deposuna yükseltmek için geri kalan 12,49 m'lik kısmı ise kayıplara harcanmıştır. Dolayısıyla yukarıdaki eşitliğin sağ tarafındaki $H_m$ terimi pompanın manometrik yüksekliğine karşı gelmektedir. Dolayısıyla aşağıda bu işlemi gerçekleştirecek olan pompa (NORM 200/400) ve çalışma noktası gösterilmektedir.




*Şekil 5.7 Örnek 3' deki hesaba göre seçilen pompanın karakteristik eğrisi*

### 5.5.1 Sistem kayıplarının artması ve pompanın manometrik yüksekliğine etkisi

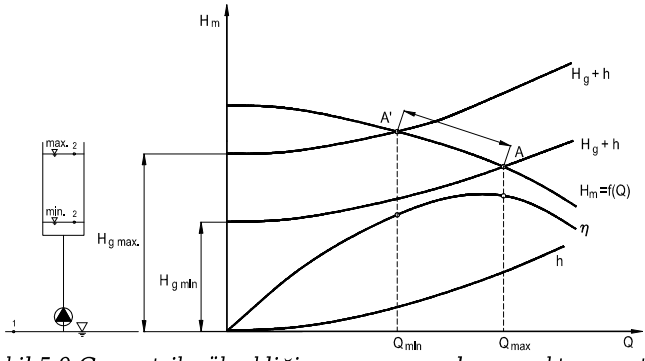
Sistem üzerinde başlangıçtaki sistem karakteristiği ve pompa karakteristik eğrisinin kesişim noktası A iken hat üzerindeki bazı kayıp elemanlarının kayıp karakteristiklerinin değişmesi (örneğin boru çeperlerinin zamana bağlı daralması) nedeniyle h eğrisi h' şekline gelecek çalışma noktası A' olacaktır. Pompanın $H_m$ manometrik yüksekliği $\triangle H_m$ kadar artarken basılan debi $\triangle Q$ kadar azalacaktır.




*Şekil 5.8 Sistem kayıplarının pompa manometrik basma yüksekliğine etkisi*

### 5.5.2 Geometrik yüksekliğin değişken olması ve pompanın çalışma noktasına etkisi

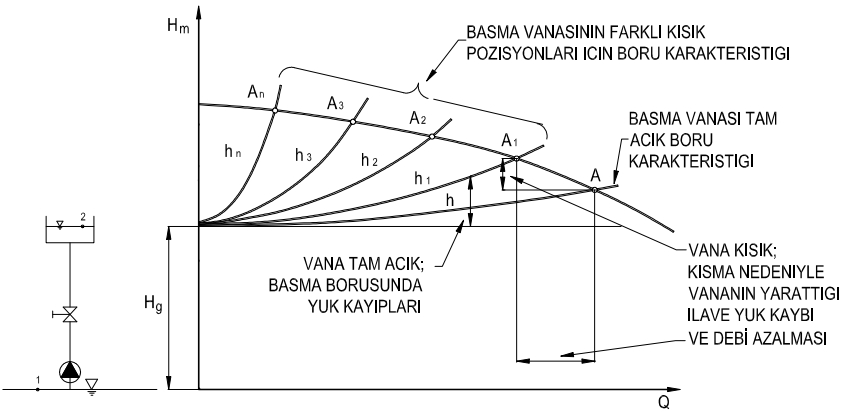
Emme ve basma haznelerinde sıvı seviyelerinin zamanla değişmesi halinde, sistem karakteristiği de zamanla değişecektir. Örneğin aşağıda gösteren sistemde, basma deposunun seviyesinin min ve max değerleri arasında değiştiği varsayalım. Bu seviyelere karşılık gelen sistem karakteristikleri aşağıdaki $H_m$-Q grafiğinde gösterilmiştir. Dolayısıyla, depodaki su seviyesi min değerinde iken pompa A noktasında çalışacak, su seviyesi yükselirken $H_m$-Q eğrisi üzerinde kalarak A' noktasına doğru hareket edecek ve seviye max değerine ulaştığında A' noktasında çalışacaktır. Pompa A' noktasında çalışırken sistem debisi $Q_{min}$, A noktasında çalışırken $Q_{max}$ olacaktır. Pompa seçiminde motor gücünün belirlenmesinde bu değişimlerin göz önüne alınması gereklidir.




*Şekil 5.9 Geometrik yüksekliğin pompanın çalışma noktasına etkisi*

### 5.5.3 Kısık vana karakteristiği

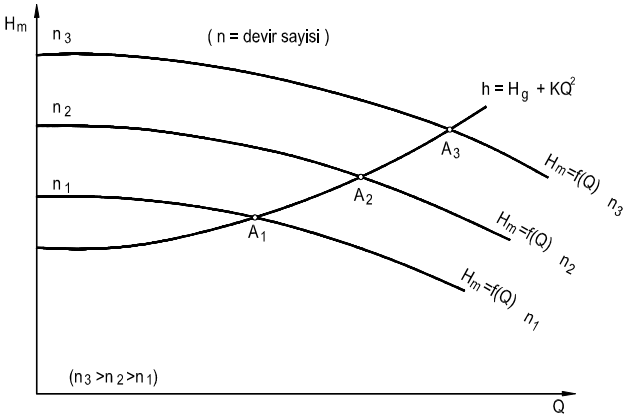
Pompanın basma vanasında kısma yapılırsa, tam açık vana (A) ile çok kısık vana ($A_n$) arasında, her vana açıklığında yeni bir $h = KQ^2$ boru karakteristiği oluşur. Dolayısıyla bu karakteristiklerin $H_m$-Q eğrisini kestiği her nokta yeni bir çalışma noktasıdır. A noktalarının sayısı, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Hm-Q eğrisi üzerinde kalmak koşuluyla, vana pozisyonuna bağlı olarak sonsuz sayıdadır.




*Şekil 5.10 Vana kısılmasının pompanın çalışma noktasına etkisi*

## 5.6 Pompa çalışma noktasının devir sayısı değiştirilerek ayarlanması

Pompa çalışma noktasının ayarlanmasında debi ve devir sayısı olmak üzere iki tane bağımsız değişken vardır. Debi, sistem karakteristiğinin değiştirilmesi ile ayarlanır ve pompa, altbölüm 5.5'de açıklandığı gibi, yeni çalışma noktasına kayar. Çalışma noktasını ayarlamanın diğer bir yolu da pompanın devir sayısını (n) değiştirmektir. Bu durumda pompanın karakteristik eğrileri değişir ve pompa yeni eğriler üzerinde kalacak biçimde sistemin karakteristiğine uygun olarak çalışma noktasını ayarlar.




*Şekil 5.11 Pompanın çalışma noktasının devir sayısı değiştirilerek ayarlanması*

## 5.7 Pompa ve boruların paralel ve seri bağlanması

### 5.7.1 Paralel bağlama

Paralel çalışan pompalar, yüksek debilere ulaşmak ve değişken debi ihtiyaçlarını fazla sayıda pompa ile karşılamak amacı ile kullanılır. Ana amaç sistem debisini arttırmaktır.

Pompaların paralel bağlanması halinde, toplam pompa karakteristiği, pompaların $H_m$-Q eğrilerinin yatay Q ekseninde pompa debilerinin toplanması ile elde edilir.

Boru sisteminde paralel bağlı boru hatlarının olması durumunda sistem karakteristiği, boru hatlarının sistem karakteristiklerinin yatay eksende –Q ekseninde- toplanması ile elde edilir.

Bu hususlar aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak açıklanmaktadır.

#### 5.7.1.1 Aynı üç pompanın paralel bağlı olarak çalışması hali

Aynı $H_m$-Q karakteristiğine sahip üç pompanın paralel bağlanarak aynı tesisata basması halinde, toplam pompa karakteristiği, tek bir pompa karakteristiği kullanılarak aşağıda açıklandığı biçimde elde edilir:

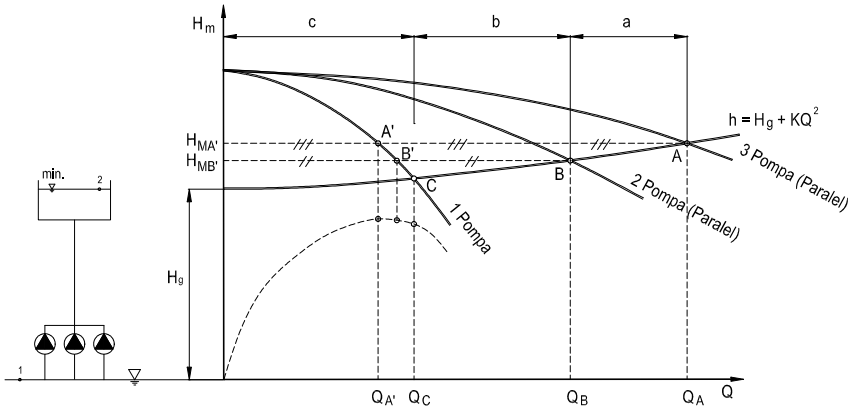
a)Aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere, $H_m$-Q grafiği üzerine Q eksenine paralel bir doğru çizilir.
b)Bu doğrunun her bir pompanın $H_m$-Q eğrisini kestiği noktadaki debi değerleri, aynı yatay doğru üzerinde kalarak toplanır. Elde edilen toplam Q değeri toplam pompa karakteristik eğrisindeki bir noktanın debi değeridir. Bu noktanın $H_m$ değeri ise yatay doğrunun $H_m$ eksenini kestiği noktadır. Bu şekilde toplam pompa karakteristiğine ait bir nokta elde edilmiş olur (A noktası). Bu örnekte paralel bağlı pompalar eşdeğer olduğu için, Q ekseni üzerinde pompa debilerinin toplanması tek bir pompanın debisinin üç ile çarpılmasına eşdeğerdir.
c)Bu işlem istenilen sayıdaki nokta için farklı $H_m$ değerlerinde çizilen yatay doğrular için tekrarlanarak toplam pompa karakteristik eğrisi elde edilir.

Toplam pompa karakteristiği ile $h=H_g+KQ^2$ sistem karakteristiğinin kesişme noktası, pompa ve sistemin ortak çalışma noktasıdır (A noktası). Ortak çalışma noktasının debi değeri ($Q_A$) sistemden geçen debiye eşittir. Kesişme noktasının $H_m$ değeri ise sistemde oluşan kayıplar ile depolar arasındaki statik basma yüksekliğinin toplamına eşittir. Dolayısıyla bu değer pompaların basma yüksekliğine eşittir.

Pompaların herbirinin çalışma noktasını bulmak için, ortak çalışma noktasından geçen debi (Q) eksenine paralel bir doğru çizilir. Bu doğrunun tek bir pompaya ait olan $H_m$-Q karakteristik eğrisini kestiği noktaya karşılık gelen $Q_{A'}$ ve $H_{mA'}$ değerleri her bir pompanın çalışma noktasıdır. Bu örnekte pompalar birbirinin eşdeğeri olduğu için, her bir pompa için aynı $H_{mA'}$ ve $Q_{A'}$ değerleri elde edilir. Paralel bağlı pompaların eşdeğer olmaması halinde pompalar aynı $H_m$ değerinde fakat farklı bir Q değerinde çalışacaktır.

Üç pompadan ikisinin çalışması halinde iki pompanın, yukarıda anlatıldığı biçimde elde edilen toplam karakteristiğinin sistem karakteristik eğrisi ile kesiştiği nokta B olacaktır. Her bir pompa B' noktasında çalışarak $Q_{B'}$ debisini $H_{mB'}$ basma yüksekliği değerinde basacaktır.

Aynı tesisatta tek pompanın çalıştırılması söz konusu ise pompa karakteristik eğrisi ile sistem karakteristik eğrisi C noktasında kesişecek ve pompanın çalışma noktası da C olacaktır. Motor güçlerinin belirlenmesi için kesinlikle C noktasına ait $Q_C$ ve $H_{mC}$ değerleri dikkate alınmalıdır.



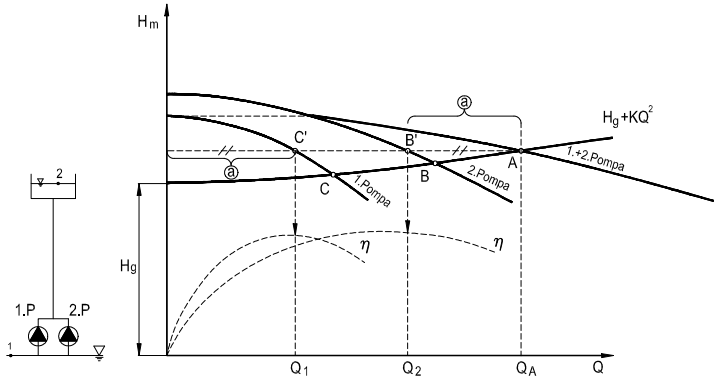

Şekil 5.12 Aynı üç pompanın paralel çalışması hali

### 5.7.1.2 Farklı iki pompanın paralel çalışması hali

Farklı $H_m$-Q karakteristiklerindeki iki pompanın aynı tesisata basması halinde, toplam pompa karakteristik eğrisi bir önceki alt paragrafta belirtildiği gibi farkli $H_m$ değerlerinde Q eksenine paralel çizilen doğrular üzerinde pompa karakteristiklerinin yatayda toplanması ile elde edilir.

Sistem karakteristiği ile toplam pompa karakteristiğinin kesiştiği nokta (A noktası) ortak çalışma noktasıdır. Sistemden geçen debi $Q_A$'dır. Her bir pompanın çalışma noktası A noktasından geçen ve Q eksenine paralel doğrunun her bir pompa karakteristiğini kestiği noktalardır. Dolayısıyla aşağıdaki şekilde bu noktalar, 1 nolu pompa için C' noktası, 2 nolu pompa için B' noktası olmaktadır.

Söz konusu sistemde pompaların tekil olarak çalışmaları halinde çalışma noktaları 1 nolu pompa için C noktası, 2 nolu pompa için B noktası olacaktır. Pompaların tekil çalıştırılması söz konusu ise özellikle motor güçlerinin belirlenmesinde tekil çalışma noktaları dikkate alınmalıdır

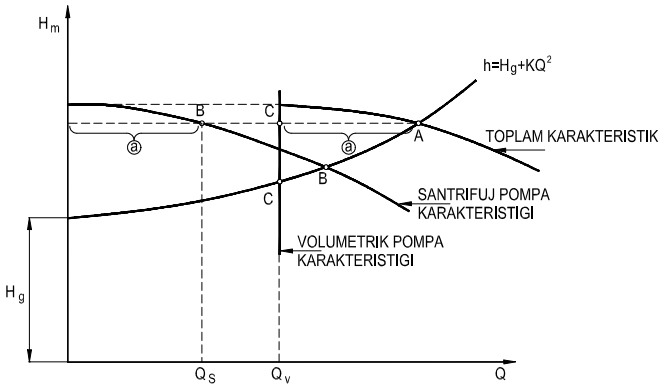



*Şekil 5.13 Farklı iki pompanın paralel çalıştırılması hali*

### 5.7.1.3 Hacimsel –volumetrik- pompa ile santrifüj pompanın paralel bağlı çalışması hali

Hacimsel pompa karakteristiği aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, sabit bir debi değerinde çalışan ve $H_m$-Q karakteristiği düşey bir doğru olan makinadır. Hacimsel pompaya paralel olarak bir santrifüj pompanın bağlanması halinde, pompa toplam karakteristiği, yukarıda anlatıldığı gibi yatay eksende hacimsel pompanın ve santrifüj pompanın karakteristiklerinin toplanması ile elde edilir. Bu toplama işlemi, santrifüj pompanın $H_m$-Q karakteristik eğrisinin Q ekseninde hacimsel pompanın debi değeri kadar ötelenmesine eşdeğerdir.

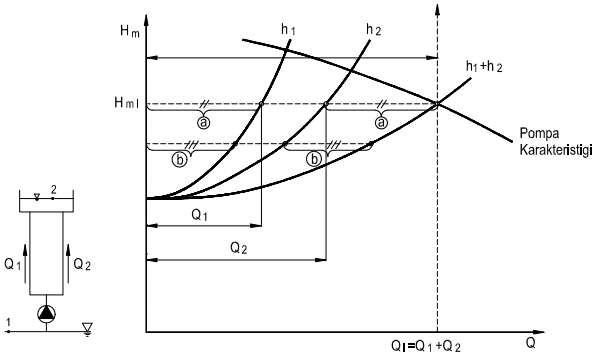
Sistem ile paralel bağlı pompaların ortak çalışma noktası A noktası olacaktır. Hacimsel pompa C noktasında, santrifüj pompa da B noktasında çalışarak bu işletme koşullarını gerçekleştireceklerdir.




*Şekil 5.14 Volümetrik pompa ile santrifüj pompanın paralel çalışması hali*

### 5.7.1.4 Paralel bağlı boru sisteminin karakteristiği

Paralel bağlı her bir kol için sistem karakteristiğinin bilinmesi halinde, toplam sistem karakteristiği, yukarıdaki alt paragrafta pompaların paralel bağlanması halinde toplam pompa karakteristiğini elde etmek için uygulanan yöntem kullanılarak elde edilir. Başka bir değişle paralel bağlı boru sistemlerinin H-Q karakteristik eğrileri yatay eksen üzerinde toplanarak toplam sistem karakteristiği elde edilir. Aşağıdaki şekilde sistem karakteristikleri $h_1$ ve $h_2$ olan ve birbirlerine paralel bağlı olan boru hatlarının toplam karakteristiği yatayda toplama yapılarak $h_1+h_2$ ile gösterilen eğri olarak elde edilmiştir.




*Şekil 5.15 Paralel bağlı boru sisteminin karakteristiği*

Bu karakteristiğin üzerine pompa karakteristiğinin de çizilmesi halinde pompa ile sistemin ortak çalışma noktası A olacaktır. Her bir boru hattından geçen debi, A noktasından Q eksenine paralel çizilen doğru ile bulunacaktır. Bu doğrununu $h_1$ karakteristiğini kestiği noktanın Q değeri 1 nolu boru hattından geçen $Q_1$ debisini, $h_2$ karakteristiğini kestiği noktanın Q değeri ise 2 nolu boru hattından geçen $Q_2$ debisini verecektir.

Tesiste ihtiyaç duyulan debinin $Q_i$ olması halinde tek bir boru tesisatının olduğu ($h_1$ veya $h_2$) düşünürsek bu karakteristik kayıp eğrilerinden herhangi birinden $Q_i$ debisinin geçebilmesi için $H_m$'in çok büyük değerler alması söz konusu olacaktır.

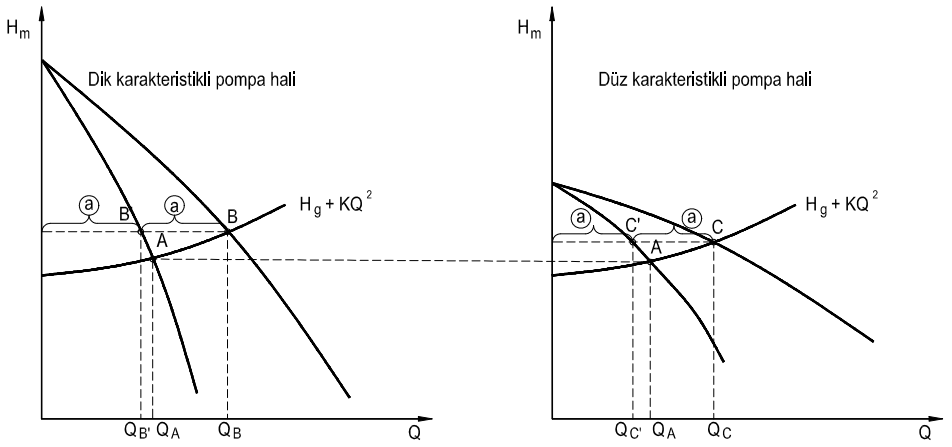
Paralel boru tesisatı oluşturulması halinde $Q_i$'nin bir kısmı $Q_1$, diğer kısmı $Q_2$ olarak boruların göstereceği dirence göre borular arasında paylaşılarak sağlanacaktır.

Bu şekil ya mevcut tesisata paralel çekilerek elde edilir, ya da ilk yatırımda tek bir boru hattı çekmekle paralel boru hattı çekilmesi arasında bir optimizasyon yapılarak A işletme noktası için tercih kullanılır.

### 5.7.1.5 Paralel bağlama ile ilgili bazı önemli hususlar

**Pompa karakteristiklerinin biçimininin çalışma noktasına etkisi**

Dik karakteristikli pompa; tekil çalışma sırasında sistem karakteristik eğrisini A noktasından keserken eşdeğeri ile paralel çalıştığında pompa toplam karakteristik eğrisi, sistem eğrisini B noktasında kesecektir. Her bir pompanın çalışma noktası B' olacaktır.




*Şekil 5.16 Paralel bağlı pompa karakteristiği biçiminin çalışma noktasına etkisi*

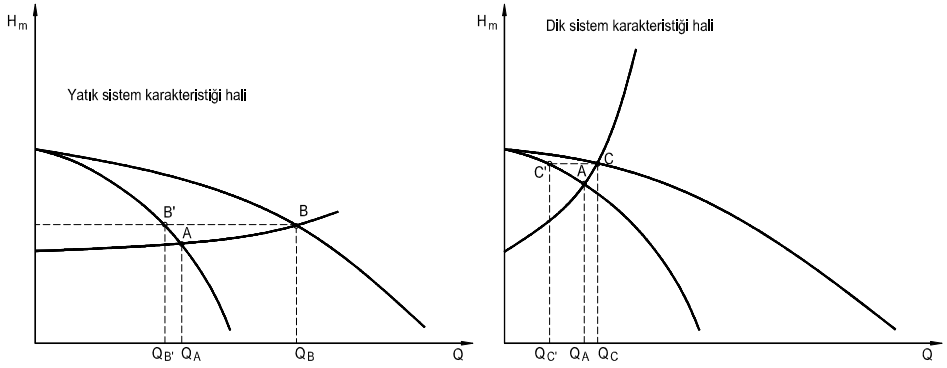
Düz karakteristikli pompa; tekil çalışması sırasında $H_g+KQ^2$ eğrisini A noktasında keserken eşdeğeri ile paralel çalıştığında bileşik karakteristik, $H_g+KQ^2$ eğrisini C noktasında kesecektir. Her bir pompanın çalışma noktası C' olacaktır.

Her iki tip karakteristikli pompa da A noktasına basıyorken dik karakteristikli pompanın kullanılması halinde iki pompanın paralel çalıştığında oluşacak debi artışı, yatık karakteristikli halden daha az olacaktır.

**Sistem karakteristikleri biçiminin çalışma noktasına etkisi**

Pompaların paralel bağlanması halinde, sistem debisinin, tek pompanın sağladığı debinin otomatik olarak iki katına çıkacağı düşünülmemelidir. Paralel çalışma halinde sistem debisini sistem karakteristiği belirler.

Aşağıda sol tarafta yer alan şekilde boru sisteminin karakteristiği yataydır. Dolayısıyla paralel bağlı pompaların sağladığı debi tek pompanın sağladığı debinin yaklaşık olarak iki katıdır. Sağ tarafta yer alan şekilde ise boru sistemi karakteristiği dikeydir. Ve paralel bağlı pompaların sağladığı debi yaklaşık olarak tek pompanın sağladığı debi değerine eşittir.




*Şekil 5.17 Paralel bağlı pompa durumunda sistem karakteristiği biçimi ile sistem debisinin değişimi*

### 5.7.2 Seri bağlama

Pompaların seri bağlanması halinde, toplam pompa karakteristiği, pompaların $H_m$-Q eğrilerinin düşey eksende $-H_m$ ekseninde- toplanması ile elde edilir.

Boru sisteminde seri bağlı boru hatlarının olması durumunda sistem karakteristiği klasik yol kullanılarak hesaplanır. Boru çaplarının hat boyunca farklı olması halinde hız değişimine dikkat edilmelidir.

Bu hususlar aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak açıklanmaktadır.

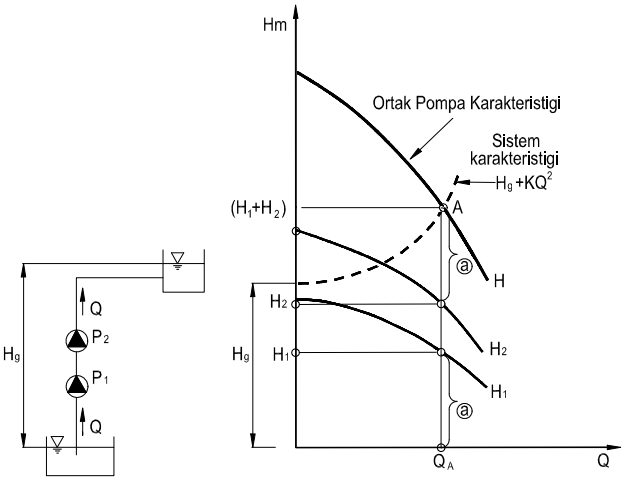
#### 5.7.2.1 Pompaların seri bağlanması

Farklı $H_m$-Q karakteristiğine sahip iki pompanın seri bağlanarak aynı tesisata basması halinde, toplam pompa karakteristiği, aşağıda açıklanan adımlar ile elde edilir:

a) Aşağıdaki Şekil 5.18'de gösterildiği üzere, $H_m$-Q grafiği üzerine $H_m$ eksenine paralel bir doğru çizilir.
b)Bu doğrunun her bir pompanın $H_m$-Q eğrisini kestiği noktadaki $H_m$ değerleri, aynı düşey doğru üzerinde kalarak toplanır. Elde edilen toplam $H_m$ değeri toplam pompa karakteristik eğrisindeki bir noktanın basma yüksekliği değeridir. Bu noktanın Q değeri ise düşey doğrunun Q eksenini kestiği noktadır. Bu şekilde toplam pompa karakteristiğine ait bir nokta elde edilmiş olur (A noktası).

c)Bu işlem istenilen sayıdaki nokta için farklı Q değerlerinde çizilen düşey doğrular için tekrarlanarak toplam pompa karakteristik eğrisi elde edilir.

Toplam pompa karakteristiği ile $H_g+KQ^2$ sistem karakteristiğinin kesişme noktası, pompa ve sistemin ortak çalışma noktasıdır (A noktası). Ortak çalışma noktasının debi değeri ($Q_A$) sistemden geçen debiye eşittir. Kesişme noktasının $H_m$ değeri ise sistemde oluşan kayıplar ile depolar arasındaki statik basma yüksekliğinin toplamına eşittir. Bu değer pompalar tarafından sağlanmaktadır. Dolayısıyla bu değer pompaların basma yükseklikerinin toplamına eşittir.




*Şekil 5.18 Seri bağlı pompaların toplam karakteristiği*

Pompaların her birinin çalışma noktasını bulmak için, ortak çalışma noktasından geçen basma yüksekliği ($H_m$) eksenine paralel bir doğru çizilir. Bu doğrunun her bir pompaya ait olan $H_m$-Q karakteristik eğrisini kestiği noktaya karşılık gelen Q ve $H_m$ değerleri her bir pompanın çalışma noktasıdır.

### 5.7.2.2 Seri bağlı boru sisteminin karakteristiği

Seri bağlı sistemi oluşturan hatta ait yük kaybı terimleri birbirleri ile toplanarak (yani boru karakteristikleri düşeyde toplanarak) sistem yük kaybı karakteristiği elde edilir.

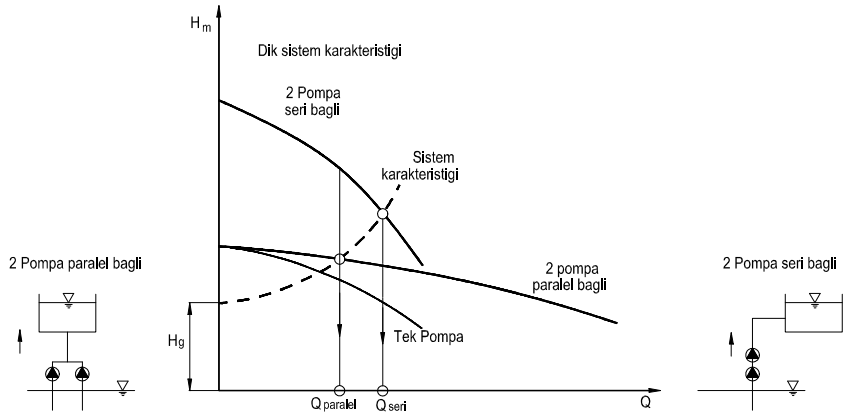
## 5.8 Bazı önemli hususlar

### 5.8.1 Debi arttırma yollarının değerlendirilmesi

Aşağıda paralel ve seri bağlı pompaların farklı sistem karakteristiklerinin etkileri ele alınmıştır. Şekil 5.19'da dik sistem karakteristiği halinde aynı iki pompanın seri ve paralel bağlı olarak çalışmaları durumunda sağladıkları toplam debi ile tek pompanın debi değeri karşılaştırılması yapılmıştır. Seri bağlı iki pompa paralel bağlı iki pompadan daha fazla debi sağlamaktadır.

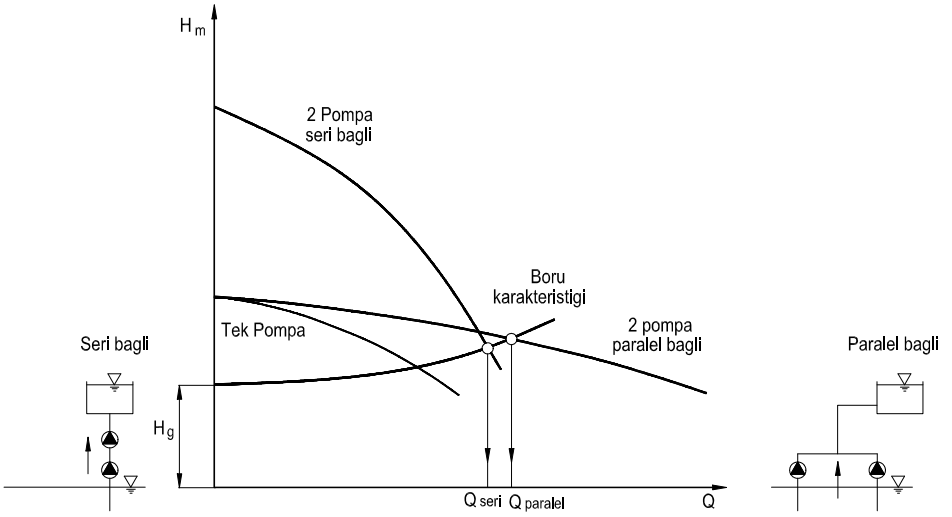
Şekil 5.20'de ise boru karakteristiğinin yatık olması hali ele alınmıştır. Bu durumda paralel bağlı pompalar daha fazla debi temin etmektedirler.

Dolayısıyla debi hesabı yapılırken sistem karakteristiği mutlaka göz önüne alınmalıdır.




*Şekil 5.19 Boru kayıpları çok olan dik sistem karakteristikli hat*

Dik karakteristikli boru sistemlerinde iki veya daha fazla pompa çalıştığında toplam debi değeri hiçbir zaman pompa sayısı kadar artmaz.



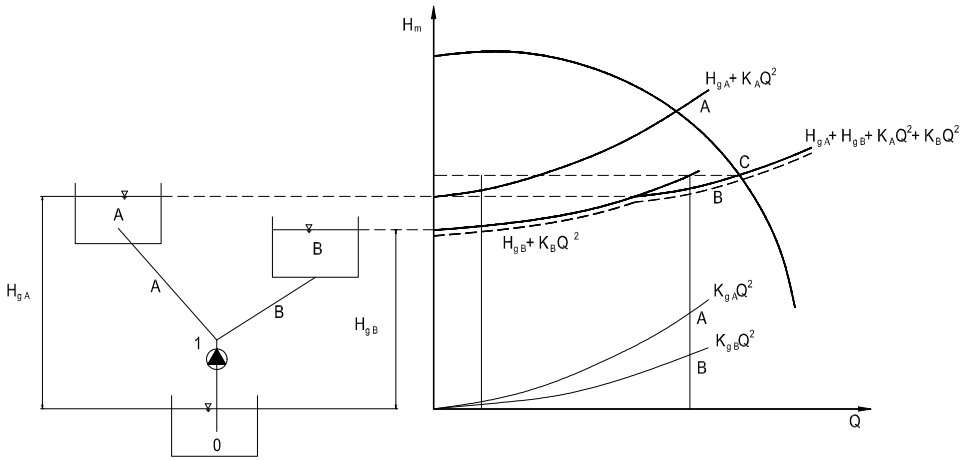

*Şekil 5.20 Boru kayıpları az olan yatık sistem karakteristikli hat*

## 5.9 Karmaşık şebekelerde pompa çalışma noktasının bulunması

Aşağıda bazı özel şebekelere ait pompaların çalışma noktasının bulunma yöntemleri açıklanmaktadır.

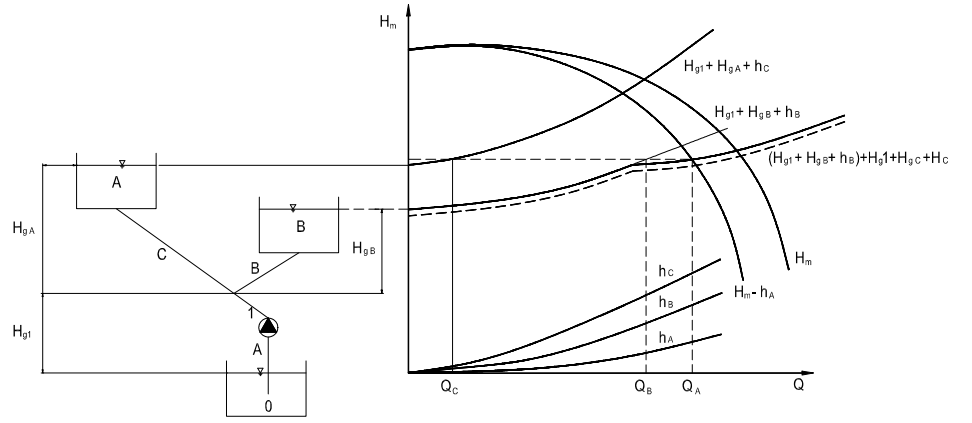
### 5.9.1 İki depoyu besleyen tek pompa

**a-Birleşme noktasının pompa seviyesinde olması hali**



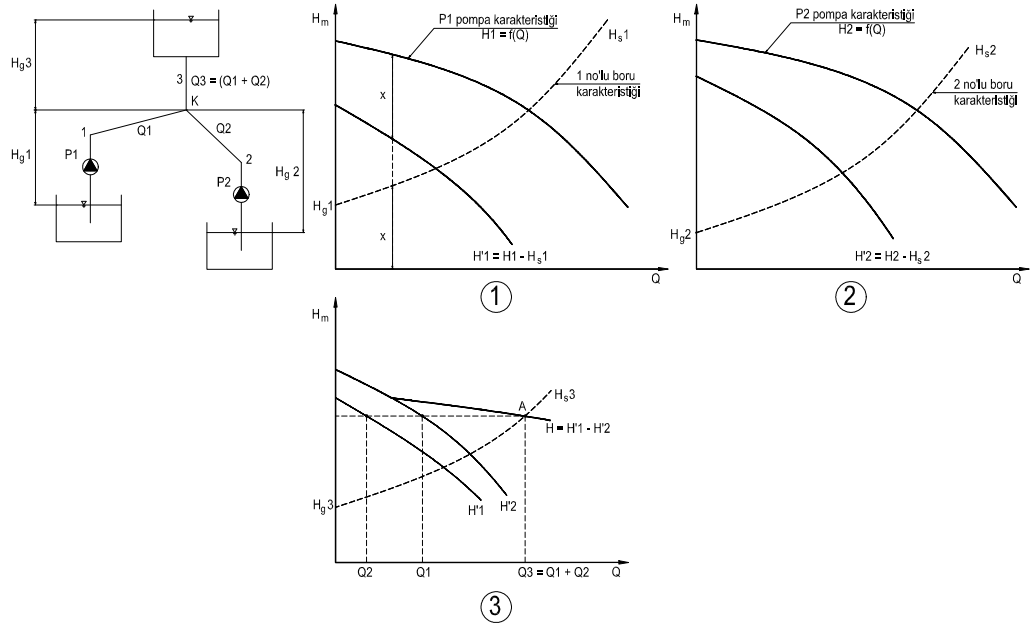

*Şekil 5.21 İki depoyu besleyen tek pompa - Birleşme noktası pompa seviyesinde*

**b-Birleşme noktasının pompadan daha yukarıda olması hali**



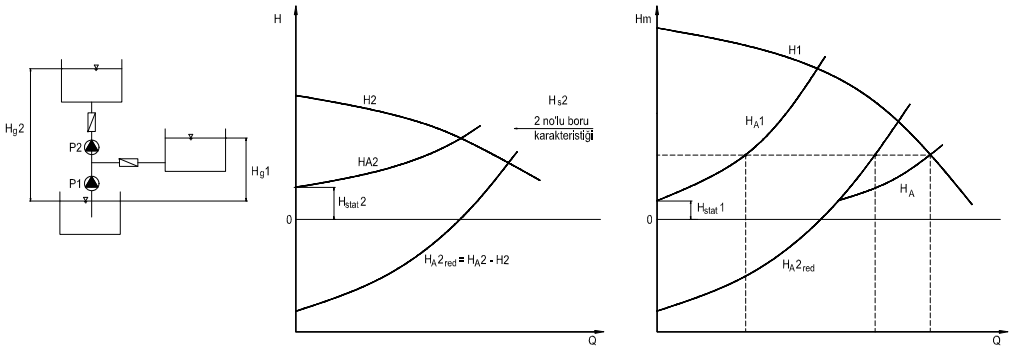

*Şekil 5.22 İki depoyu besleyen tek pompa - Birleşme noktası pompa seviyesinden daha yukarıda*

### 5.9.2 Farklı hazneden emiş yapan iki pompanın paralel çalışması



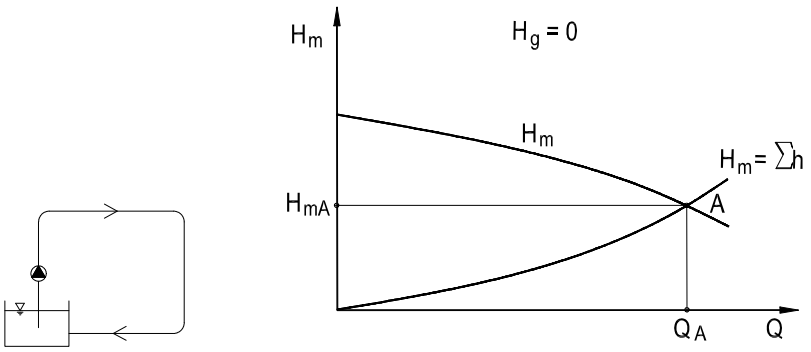

*Şekil 5.23 Farklı hazneden emiş yapan iki pompanın çalışması*

### 5.9.3 İki depoya paralel basma-bir hat ek pompalı



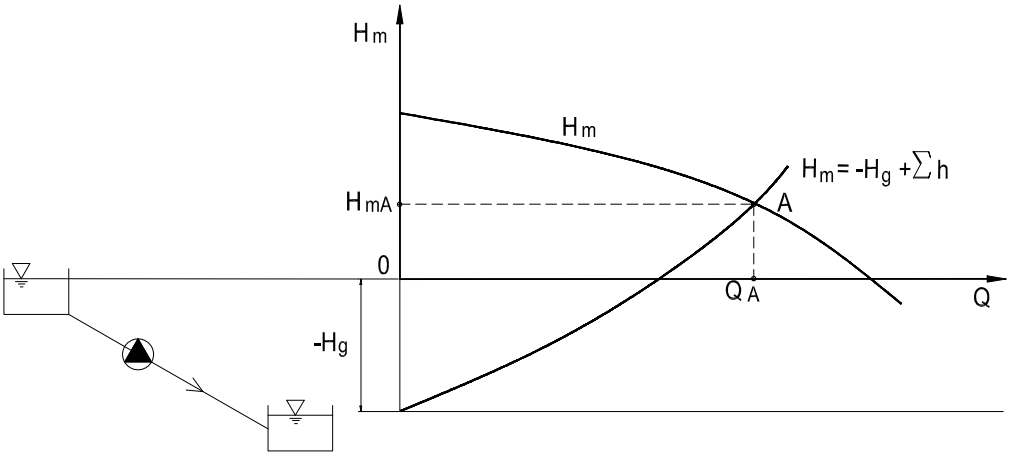

*Şekil 5.24 İki depoya paralel basma*

### 5.9.4 Sirkülasyon devreleri




*Şekil 5.25 Sirkülasyon devreleri*

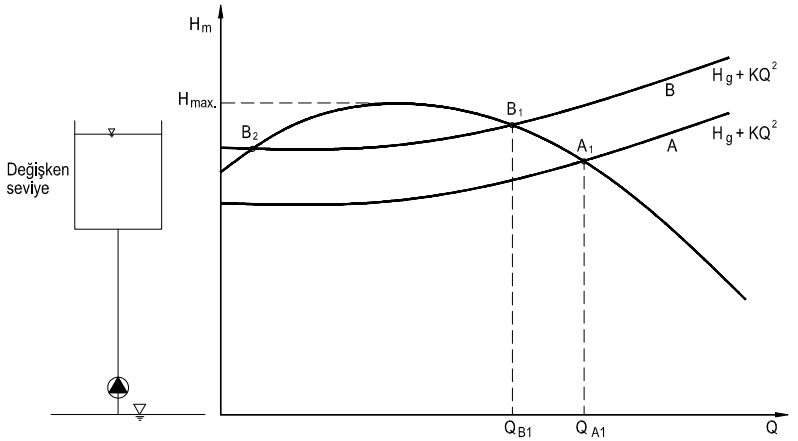
### 5.9.5 Basma yüksekliği negatif olan tesisatlar.




*Şekil 5.26 Basma yüksekliği negatif olan tesisatlar*

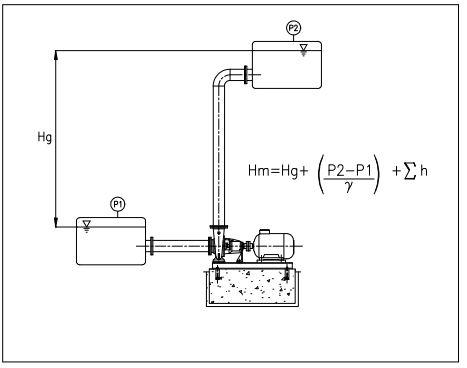
## 5.10 Pompa karakteristiği kararsız olan tesisatlar

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, kapalı vanadaki basma yüksekliğinden daha büyük basma yüksekliği değerinde çalışabilen pompanın, basınçlı tanklar, hidroforlar, gemi havuzları, drenaj kanalları gibi depolar arasındaki su seviye farkının değişken olduğu bir pompalama sisteminde çalışması halinde, çalışma noktası seviye farkıyla ilişkili olarak değişecektir. A hali için pompanın tek bir çalışma noktası varken ($A_1$), B hali için pompanın iki çalışma noktası olacak ($B_1$, $B_2$) ve bu durumda pompanın debisi ve basma yüksekliği bu iki değer arasında değişecek ve sistemde istenmeyen akış dalgalanmaları oluşacaktır. Bu husus sistem tasarımda göz önünde bulundurulmalıdır.

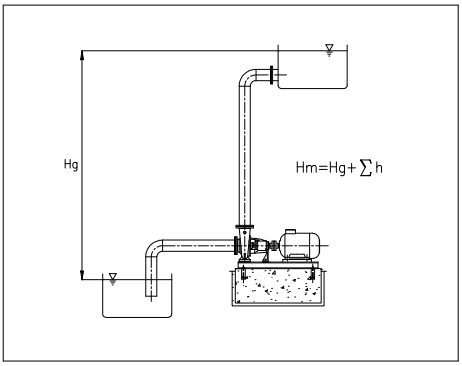



*Şekil 5.27 Pompa karakteristiği kararsız olan tesisatlar*

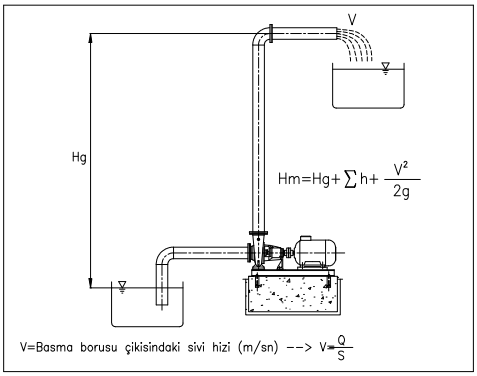
## 5.11 Pompalama sistemlerinde manometrik yükseklik ve yük kayıpları örnekleri



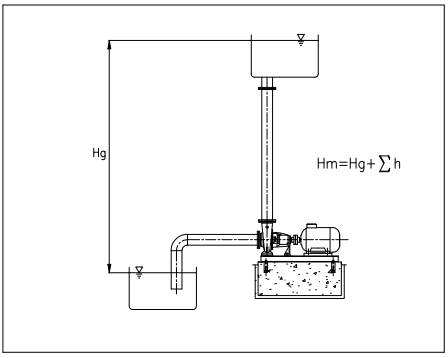

*Şekil 5.28 Emme ve basma haznesinde basınç olan sistem*



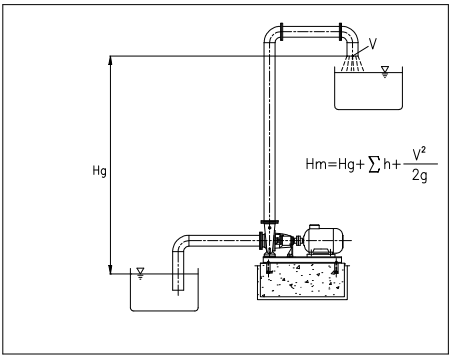

*Şekil 5.29.a*



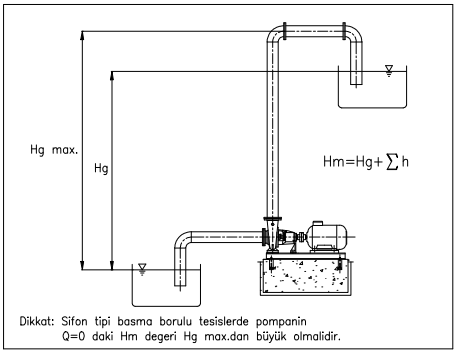

*Şekil 5.29.b*



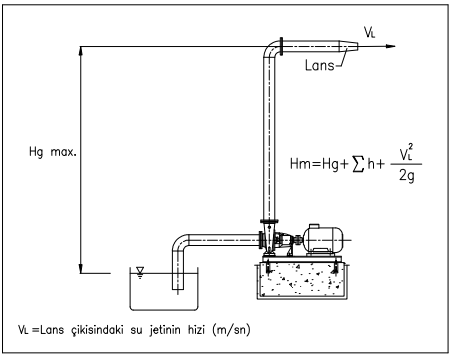

*Şekil 5.29.c*




*Şekil 5.29.d*

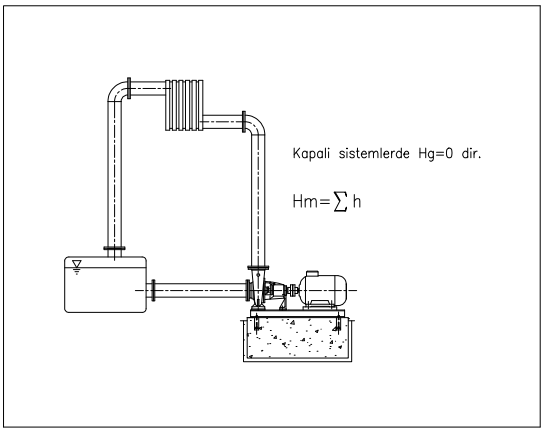



*Şekil 5.29.e*

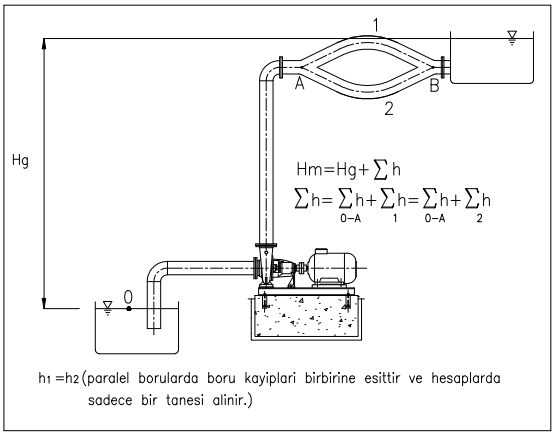



*Şekil 5.29.f*

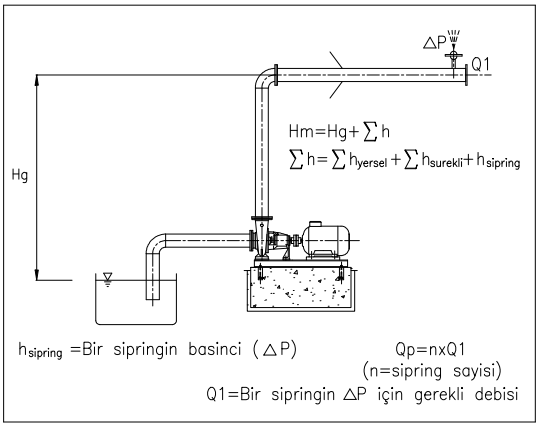
*Şekil 5.29 Emme ve basma hazneleri atmosfere açık sistemler*



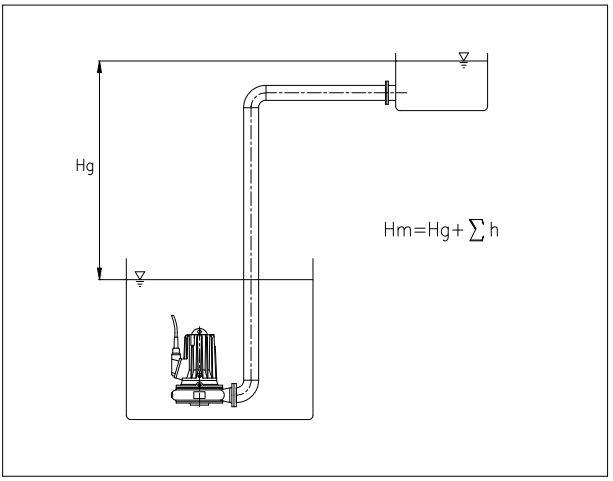

*Şekil 5.30 Kapalı devre sirkülasyon sistemi*



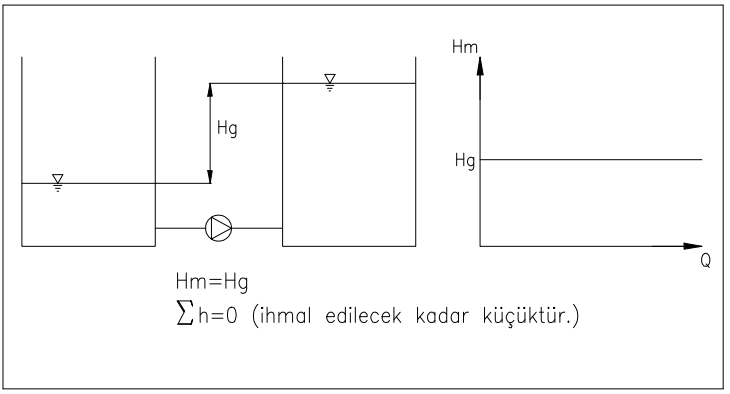

*Şekil 5.31 Basma hattında paralel boru olan sistem*



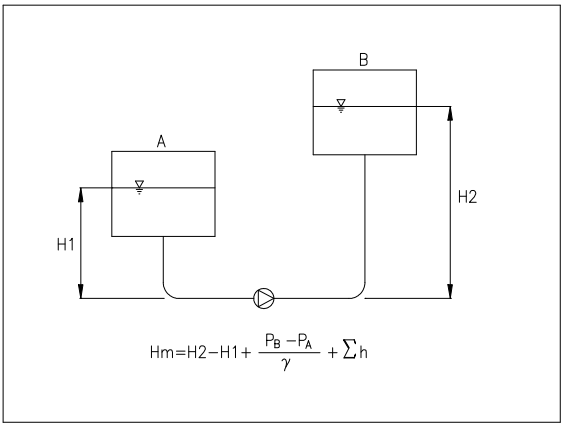

*Şekil 5.32 Basma hattında spring olan yağmurlama sistemi*



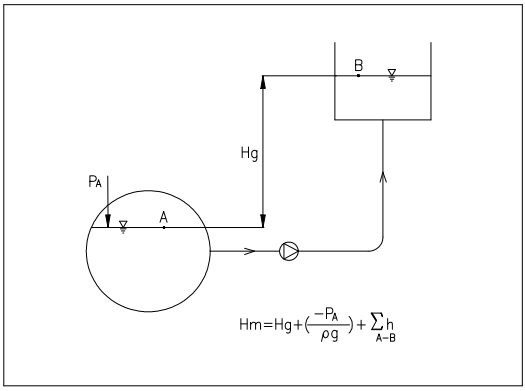

*Şekil 5.33 Dalgıç pompalı sistem*



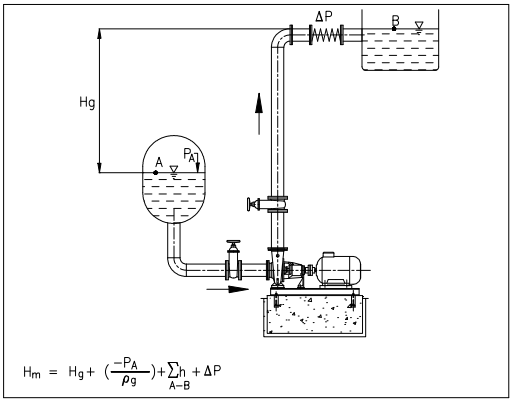

*Şekil 5.34.a Bir depodan diğer depoya pompalama sistemi*



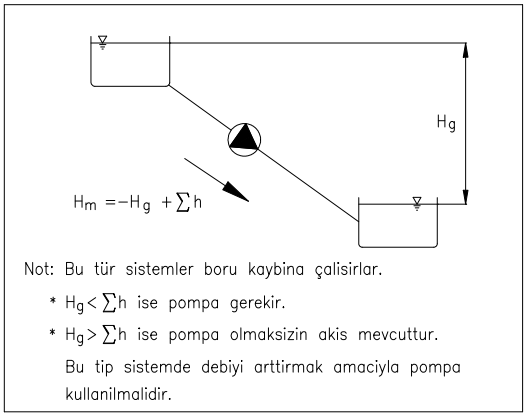

*Şekil 5.34.b Bir depodan diğer depoya pompalama sistemi*



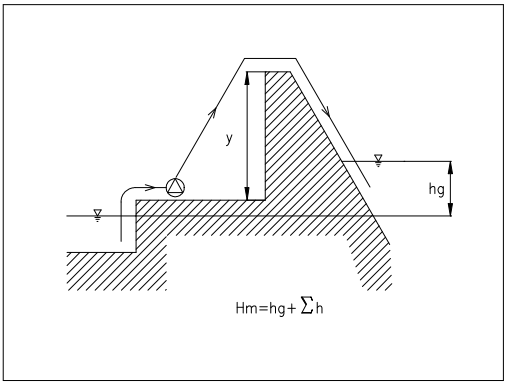

*Şekil 5.35 Emme borusunda (haznesinde) basınç var ise;*




*Şekil 5.36 Emme borusunda basınç ve basma hattında eşanjör var ise;*




*Şekil 5.37 Basma haznesi, emme haznesinden daha aşağıda olan sistem*




*Şekil 5.38 Basma borusu yükselip alçalan pompa sistemi*

Dikkat: Pompanın performans eğrisinin kapalı vana (Q=0) değeri (y) değerinden büyük olmalıdır.

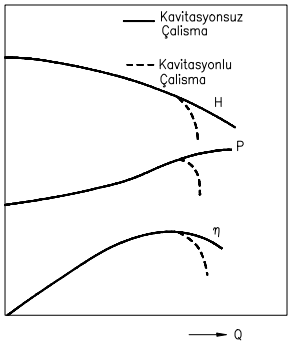
# BÖLÜM 6

## POMPALARIN ÇALIŞMA ARALIĞINI BELİRLEYEN FİZİKSEL OLAYLAR – KAVİTASYON VE KARARSIZLIK (SURGE)

Pompanın çalışma aralığı kavitasyon ve kararsızlık adı verilen fiziksel olaylar ile sınırlanmıştır. Pompanın çalışacağı en büyük debiyi kavitasyon, en küçük debiyi ise kararsızlık –surge- olayı belirler. Bu iki kavram da pompa ve işletme koşulları ile yakından ilgilidir. Sonuçları itibarı ile kavitasyon pompayı hasara uğratmaktadır. Kararsızlık ise pompalama sistemindeki akış yönünün dalgalı biçimde değişmesi olup sonuçları itibarı ile sistem ile ilgilidir.

### 6.1 Kavitasyon

#### 6.1.1 Giriş




Pompa içindeki sıvının hareketinde, sıvının mutlak basıncının, sıvının (pompanın bulunduğu koşullardaki) buhar basıncının ($p_b$) altına düşmesi durumunda, sıvının içinde küçük gaz kabarcıkları oluşur. Genel itibarı ile içinde sıvı buharı ve hava –sıvı içinde erişmiş halde bulunan hava nedeniyle- bulunan bu gaz kabarcıkları akım tarafından sürüklenirler ve basıncın buhar basıncından daha yüksek olduğu bölgeye geldiklerinde patlayarak yok olurlar. Oluşan boşluk büyük bir hızla sıvı tarafından doldurulur. Bu olay cidarlar üzerine anlık çok büyük basınçların etkimesine yol açar. Kavitasyon olayının belirtileri ve etkileri aşağıdaki biçimde sıralanabilir:

a) Pompada çok belirgin titreşimler ve çekiç darbelerine benzer şiddetli bir gürültü oluşur.
b) Pompanın karakteristik eğrilerinde önemli mertebede ve çok hızlı düşmeler meydana gelir.
c) Oluşan anlık çok büyük basınçlar nedeniyle cidarlar kısa sürede önemli sayılabilecek derecede aşınır ve süngerimsi bir görünüm oluşur. Kavitasyonun uzun sürmesi halinde pompa çalışamaz hale gelebilir. Bu nedenle kavitasyon istenmeyen bir olaydır.

Kavitasyon hem pompanın tasarımına hem de işletme koşullarına bağlıdır. Pompaların emme yüksekliği, işletme değerleri ile birlikte önemli koşullardan biridir. Pompalarda emme yüksekliğini sınırlayan en büyük etken kavitasyondur. Emme şartlarına uygun pompa temin edilmelidir. Gerekiyorsa proje ve Eksenel pompa yerine çift emişli pompa gibi tip değişikliğine gidilmelidir.

Özgül hız büyüdükçe, pompanın kavitasyon olayına hassasiyeti artar. Özgül hız ile ilgili olarak, pompa devir sayısı önemli bir faktördür. Aynı debi ve manometrik yüksekliği sağlayan iki tip pompadan düşük devir sayılı pompa kavitasyonsuz çalışabildiği halde, devir sayısı yüksek olanda kavitasyon görülebilir.

Çift emişli pompaların özgül hızı hesap edilirken çarkın iki girişi olduğundan debi ikiye bölünür. Böylece özgül hız $n_{s1} = n_s \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{0,5}$ değerine düşer. Düşük özgül hızlı pompalar yüksek özgül hızlı pompalara göre daha yüksekten emdikleri için büyük debilerde çift emişli pompalar tercih edilir.

### 6.1.2 Emmede Net Pozitif Yük : ENPY

ENPY kavramı, fiziksel olarak bakıldığında, bir ölçüde, akışkanın pompa emme flanşındaki (referans düzlemindeki) toplam yük değerinin kavitasyondan ne kadar uzak olduğunun, yani sıvının buhar basıncına $(p_b)$ eşdeğer yük miktarının, ne kadar üstünde olduğunun bir ölçüsü olup aşağıdaki biçimde tanımlanmaktadır:

$$ENPY = (\frac{p_e}{\rho g} + \frac{V_e^2}{2g}) - \frac{p_b}{\rho g} = \frac{p_e - p_b}{\rho g} + \frac{V_e^2}{2g}$$

$p_e$ = Pompalanan sıvının pompa referans düzleminde ölçülen statik basınç ( $Pa$ )

($1bar = 10^5 Pa$)

$V_e$ = Sıvının pompa emme boru kesitindeki akış hızı ( $m/s$ )

$p_b$ = Sıvının mutlak buharlaşma basıncı ( $Pa$ )

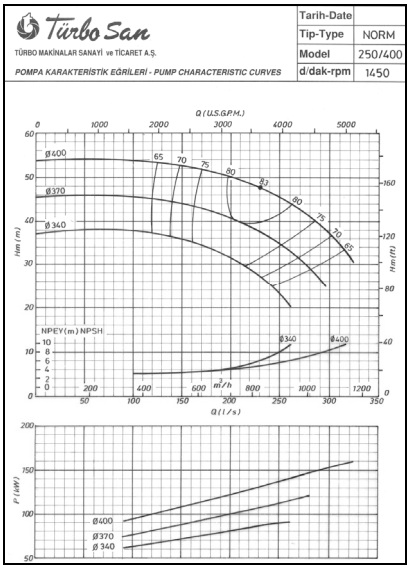
$\rho$ = Basılan sıvının yoğunluğu ( $kg/m^3$ )

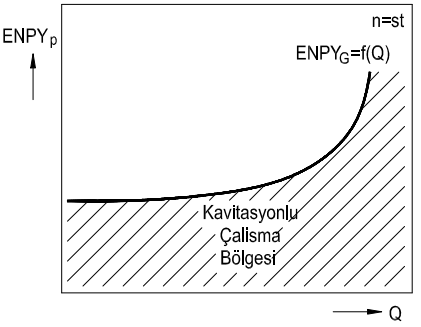
$g$ = Yerçekimi ivmesi ( $9{,}81 m/s^2$ )

ENPY hesabında geçen "pompa referans düzlemi" Şekil 6.7'de gösterilmiştir.

### 6.1.3 Gerekli Emme Net Pozitif Yükü: $ENPY_P$

Pompanın kavitasyonsuz çalışacağı emmedeki net pozitif yük değeridir. $ENPY_P$'nin değerleri özel kavitasyon testleri ile belirlenir ve pompa üretici firmalarının kataloglarında verilirler. Şekil 6.1 Türbosan imalatı olan NORM 250/400 tipi pompanın $ENPY_P$ değerinin (NPEY (m), NPSH) debi ile değişimi verilmekte olup bu eğri kavitasyon eğrisi olarak da adlandırılabilmektedir.




*Şekil 6.1 Türbosan Norm 250/400 model pompanın kavitasyon karakteristiği*

### 6.1.4 Tesisin Emme Net Pozitif Yükü: $ENPY_T$

Pompalama sisteminin özellikleri göz önüne alarak aşağıdaki biçimde tanımlanmaktadır:

$$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h$$

Bu bağıntıda,

**$H_A$(m):** Pompa tesisinde pompanın emme yapacağı havuzda açık akışkan yüzeyi üzerindeki mutlak basınç değeridir. Emiş haznesinin atmosfere açık olması durumunda pompanın işletme koşullarındaki atmosfer basıncının metre su yüksekliği cinsinden değerine eşittir. Atmosfer basıncının değeri deniz seviyesine göre yükseklikle değişmektedir. Bu değişim kesinlikle dikkate alınmalıdır.

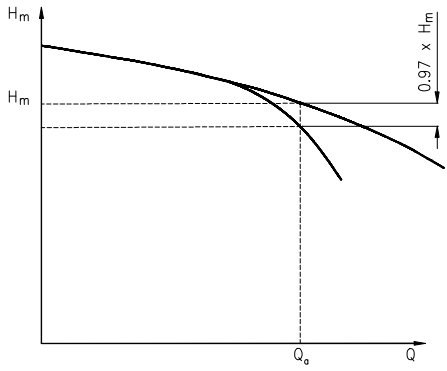
**$h_s$ (m):** Pompa çarkı emme flanşı ekseni (pompa emme ağzı ekseni) ile emme deposu sıvı yüzeyi arasındaki yükselti farkıdır. Emme yüksekliğinin yönünü belirleyen referans, emme deposundaki sıvı yüzeyi olup;
a) Pompanın referans seviyesinin altında olduğu hallerde emme yüksekliğinin değeri ($-h_s$) negatif olacaktır. (NEGATİF EMME YÜKSEKLİĞİ)
b) Pompanın referans seviyesinin üzerinde olduğu hallerde emme yüksekliği değeri ($+h_s$) pozitif olacaktır. (POZİTİF EMME YÜKSEKLİĞİ)

**$h_b$ (m):** Basılan sıvının pompanın bulunduğu koşullardaki buhar basıncının metre sıvı yüksekliği cinsinden değeri olup sıvının sıcaklığı gözönüne alınarak ekte verilen tablodan seçilmelidir.

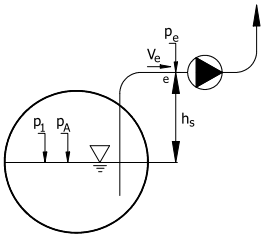
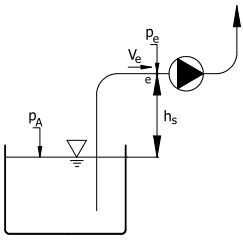
**h (m):** Pompalama sistemindeki emme borusunda, çeşitli nedenlerden dolayı (hazne çıkış; sürekli kayıplar, dirsek, vana, klape, süzgeç vb.) oluşan, yük kayıplarının metre akışkan yüksekliği cinsinden toplam değeridir.

Burada söz konusu olan tüm basınçlar mutlak basınçlardır.

Yukarıdaki $ENPY_T$ bağıntısından görüldüğü gibi emme yüksekliğini ($h_s$)'i büyütmek için, emme borusundaki kayıpların ve giriş hızlarının mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır. Bu nedenle pompaların büyük çoğunluğunda emme ağzı giriş çapı, basma ağzına göre daha büyük seçilir. Ayrıca, emme borusundaki kalep, süzgeç, vana, dirsek, T v.b. yersel kayıp yaratacak elemanlardan olabildiği kadar kaçınmak gerekir.



ENPY daima pozitif bir büyüklüktür ve birimi metredir. Aşağıda ENPY hesabının gösterildiği iki örnek yer almaktadır.

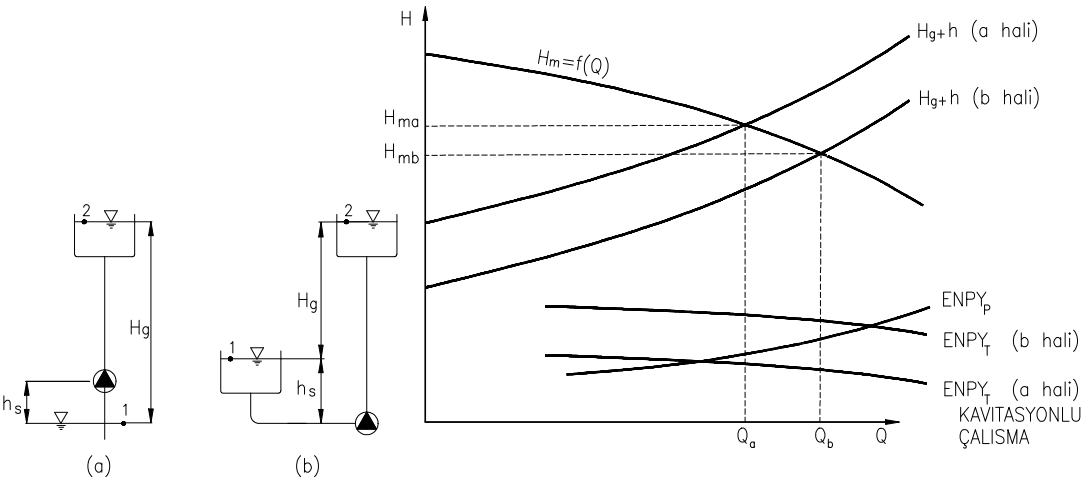
| | | |
|---|---|---|
|  | $ENPY_P = \left( \frac{p_e - p_b}{\rho \cdot g} \right) + \frac{V_e^2}{2g}$<br>$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h$<br>$\left( H_A = \frac{p_A + p_1}{\rho \cdot g} \right)$ | Örnek 1:<br>$p_A = 1{,}01\,bar = 10{,}1\,m = 1{,}01 \cdot 10^5\,Pa$<br>$p_1 = 0{,}3\,bar = 3\,m = 0{,}3 \cdot 10^5\,Pa$<br>$p_b = 0{,}021\,bar = 0{,}21\,m = 0{,}021 \cdot 10^5\,Pa$<br>$\rho = 1000\,kg/m^3\,;\; V_e = 2\,m/s$<br>$h_s = 2\,m\;\;;\;\; h = 3\,m$<br>$ENPY_T = \frac{(1{,}01 + 0{,}3 - 0{,}2 - 0{,}021 - 0{,}3) \cdot 10^5}{1000 \cdot 9{,}81}$<br>$ENPY_T = 8{,}04\,m$ |
|  | $ENPY_P = \left( \frac{p_e - p_b}{\rho \cdot g} \right) + \frac{V_e^2}{2g}$<br>$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h$ | Örnek 2:<br>$p_A = 1{,}01\,bar = 10{,}1\,m = 1{,}01 \cdot 10^5\,Pa$<br>$p_b = 0{,}021\,bar = 0{,}21\,m = 0{,}021 \cdot 10^5\,Pa$<br>$\rho = 1000\,kg/m^3\,;\; V_e = 2\,m/s$<br>$h_s = 2\,m\;\;;\;\; h = 3\,m$<br>$ENPY_T = \frac{(1{,}01 - 0{,}2 - 0{,}021 - 0{,}3) \cdot 10^5}{1000 \cdot 9{,}81}$<br>$ENPY_T = 4{,}98\,m$ |

Bir pompanın kavitasyonsuz çalışabilmesi için

$$ENPY_T > ENPY_P$$

olmalıdır. Burada $ENPY_P$ pompanın katalogda verilen kavitasyonun başladığı ENPY değeri olup, özel tasarlanmış deneyler ile saptanır.

Şekil 6.2'de negatif emme yüksekliği ve pozitif emme yüksekliğine sahip iki tane tesisatın aynı pompa kullanılarak eşit seviyedeki depolara suyu basması halindeki çalışma noktaları karşılaştırılmaktadır. ENPY eğrilerine bakıldığında negatif emme yüksekliğine sahip tesisat kavitasyonlu çalışırken pozitif emme yüksekliğine sahip tesisat kavitasyonsuz çalışmaktadır.




*Şekil 6.2 Pozitif ve negatif emme yüksekliğine sahip pompaların çalışma noktalarının belirlenmesi*

Pompalama sistemlerindeki $ENPY_T$ değerinin hesaplanmasını birkaç farklı örnekle inceleyelim:

**Örnek 1 – Basılan suyun sıcaklığının $ENPY_T$'ye etkisi**

Atmosfer basıncının 10,13 metre su yüksekliğine eşdeğer olduğu bir ortamda kurulmuş olan pompalama sisteminde emme yüksekliğinin ($h_s$) 4 m ve sistemin Q debisinde çalışması halinde emme borusundaki yük kayıplarınında ($h_k$) 0.5 m su yüksekliğine eşdeğer olduğunu kabul edelim.

a) Su sıcaklığının 20°C olması kabulü ile buhar basıncının $h_b$= 0,258 m olduğu eklerde verilen tablodan bulunur ve
$ENYP_T$ = 10,13 - 4 - 0,258 - 0,5 = 5,37 m olarak elde edilir.

b) Pompalama sisteminde başka hiçbir özelliği değiştirmeksizin sadece su sıcaklığının 80°C'ye yükseldiğini varsayalım. Bu durumda buhar basıncı, eklerde verilen tablodan $h_b$= 4,958 m olarak bulunur ve
$ENPY_T$ = 10,13 - 4 - 4,958 - 0,5 = 0,672 m olacaktır.

Sonuç olarak, $ENPY_P$=5.0 m olan bir pompanın pompalama sisteminde yer alması halinde

(a) durumunda $ENPY_T > ENPY_P$ olduğu için pompa kavitasyonsuz çalışacaktır.
(b) durumunda ise $ENPY_T < ENPY_P$ olduğu için pompa kavitasyona girecektir. Pompa çarkının emme kenarları kavitasyon tahribatına uğrayacak ve dolayısıyla pompa ekonomik ömründen çok çok daha önce devre dışı kalacaktır.

**Örnek 2 – Pompanın manometrik basma yüksekliğinin hatalı (emniyet faktörlü!) belirlenmesinin etkisi**

Herhangi bir tesiste istenilen $Q^*$ debisi için hesaplanarak bulunan manometrik yükseklik değerinin ($H_m$*), çeşitli endişeler nedeniyle emniyet payları eklenerek $H_{m1}$ değerine eşit alındığını varsayalım (Şekil 6.3).

Q* değeri için hesaplanan tesise ait emme net pozitif yük değeri $ENPY_T$* olsun. Pompa üreticisine bu değerle sipariş verildiğini kabul edelim.

Üretici teklifini oluşturmak için pompa seçiminde $H_{m1}$; $Q^*$ ve $ENPY_T$* değerlerini dikkate alacaktır.

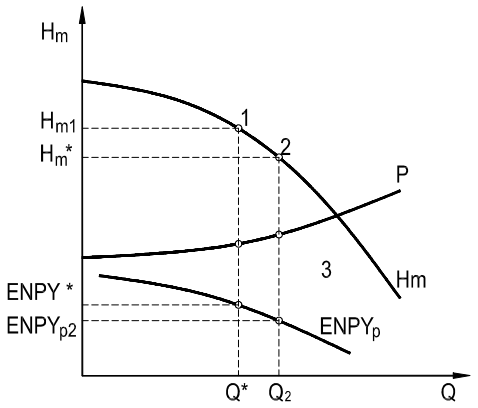
$ENPY_T > ENPY_P$ koşulunu sağlayacak biçimde kavitasyonsuz çalışma gereği seçilen pompanın $ENPY_P$ değerine de $ENPY_P$' diyelim. Bu durumda kavitasyonsuz çalışma $ENPY_T$* > $ENPY_P$' olması halinde sağlanacaktır.

Üretici tarafından belirlenen pompa tesisata bağlanarak işletmeye alındığında pompanın sistemdeki **emniyet faktörü(!)** düzeltmesi yapılmadığı duruma karşılık gelen $H_m$* basma yüksekliği değerinde çalıştığı görülecektir. Dolayısıyla pompanın basacağı su debisi Q* değerinden daha büyük olan $Q_2$ debisi olacaktır. Dolayısıyla bu noktada pompanın değerleri $Q_2$, Hm* ve $ENPY_{P2}$ olacaktır.

Aynı anda tesisin $ENPY_T$ değeri debinin değişimine bağlı olarak, $h_k$ değerinin artması nedeniyle küçülecektir. Bu halde

$$ENPY_{T2} > ENPY_{P2}$$

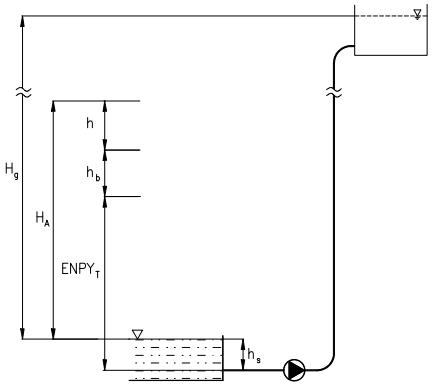
eşitsizliği gerçekleşmeyebilir ve pompa kavitasyonlu çalışabilir. Buna ek olarak
(a) Pompanın işletme noktasının (*) noktasından (2) noktasına kaymış olması nedeniyle normalde P= f(Q) eğrisinde görüleceği üzere pompa motordan (*) noktasındaki güç yerine (2) noktasındaki gücü çekecektir. Aşırı güç tüketimi ve artan işletme maliyetleri vardır.
(b) Pompanın kavitasyona girmesi sonucu çalışma noktası (2) olmayıp (3) bölgesi olacak ve çekilen güç (3) bölgesi içerisinde olacaktır. Ayrıca kavitasyon aşınması sebebiyle artan radyal ve eksenel kuvvetlere bağlı aşırı yedek parça tüketimi ve sıkça tekrarlayan bakım onarım faliyetleri ve bağlantılı olarak aksayan üretimin kayıpları söz konusudur.




*Şekil 6.3 Pompanın manometrik basma yüksekliğinin hatalı belirlenmesi*

Birkaç tane tesisin $ENPY_T$ değerlerini örnek olarak hesaplayalım:

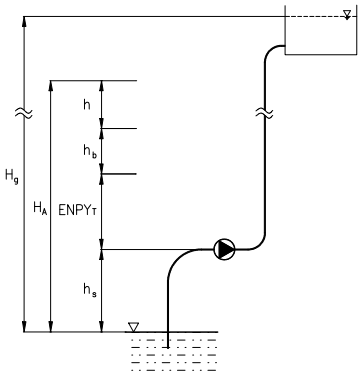
**(a) Pozitif emme yükseklikli tesiste $ENPY_T$ hesabı**




$$ENPY_T = H_A - (-h_s) - h_b - h$$

Şekil 6.4 *Pozitif emme yüksekliğe sahip tesis*

**(b) Negatif emme yükseklikli tesiste $ENPY_T$ hesabı**




$$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h$$

*Şekil 6.5 Negatif emme yüksekliğe sahip tesis*

### 6.1.5 Emme özgül hızı: $S_q$

Bir pompanın emme özgül hızı (emme özgül devir sayısı, kavitasyon özgül hızı olarak da adlandırılabilir)

$$S_q = n\frac{\sqrt{Q}}{H_{sv}^{3/4}}$$

bağıntısıy ile ifade edilir. Bu ifadade n (d/dak) pompanın devir sayısı, Q ($m^3$/sn) pompanın debisi ve $H_{sv}$ ise

| | |
|---|---|
| $H_{sv} = \frac{p_A - p_b}{\rho g} - h_s$ | $p_A$ = Atmosfer basıncı ( $Pa$ ) ($1\,bar = 10^5\,Pa$)<br>$p_b$ = Sıvının mutlak buharlaşma basıncı ( $Pa$ )<br>$\rho$ = Basılan sıvının yoğunluğu ( $kg/m^3$ )<br>$g$ = Yerçekimi ivmesi ( $9{,}81\,m/s^2$ ) |

olarak hesaplanır ve boyutu (m)'dir.

Norm santrifüj pompalarda, **optimum çalışma noktasında**, $S_q$, 150-200 d/dak arasında değişmektedir. Tek girişli santrifüj pompalarda $S_q$ değerinin ortalama olarak 154 d/dak, çift girişli santrifüj pompalarda ise 219 d/dak alınabilir. Bu değerler ve yukarıdaki bağıntılar kullanılarak bir pompanın kavitasyonsuz çalışabilmesi için gerekli emme yüksekliği kabaca belirlenebilir.

Bu yaklaşıma ek olarak literatürde Thoma kavitasyon faktörü yaklaşımı da yer almaktadır.

Thoma kavitasyon faktörü $\sigma = \frac{ENPY_P}{H_m}$

Ön hesaplarda Thoma kavitasyon faktöründen faydalanılarak pompanın bağlanacağı maksimum emme yüksekliği $h_{smax} = H_A - h_b - h - \sigma H_m$ bağıntısı ile hesaplanabilir.

Thoma kavitasyon faktörü özgül hıza bağlıdır. Dolayısıyla, emmedeki net pozitif yük değeri, pompanın debisine ve devir sayısına bağlı bir büyüklüktür. Araştırmacılar (Wislicenus, Karassik ve Watson) santrifüj pompalar için, deneysel sonuçlara dayanarak, $ENPY_P$ değerini aşağıdaki bağıntılar yardımı ile hesaplanabileceğini önermektedir:

a) Tek girişli santrifüj pompalar için (Q:$m^3$/sn, n:d/d)

$ENPY_P = 12{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot n^{4/3} \cdot Q^{2/3}$

n= 1000 d/d için $ENPY_P = 12{,}2 \cdot Q^{2/3}$

n= 1500 d/d için $ENPY_P = 21 \cdot Q^{2/3}$

n= 3000 d/d için $ENPY_P = 53 \cdot Q^{2/3}$

b) Çift girişli pompalar için (Q:$m^3$/sn, n:d/d)

$ENPY_P = 7{,}7 \cdot 10^{-4} \cdot n^{4/3} \cdot Q^{2/3}$

n= 750 d/d için $ENPY_P = 5{,}25 \cdot Q^{2/3}$

n= 1000 d/d için $ENPY_P = 7{,}7 \cdot Q^{2/3}$

n= 1500 d/d için $ENPY_P = 13{,}22 \cdot Q^{2/3}$

n= 3000 d/d için $ENPY_P = 33{,}33 \cdot Q^{2/3}$

Bu bağıntılar genel bilgi amaçlıdır. $ENPY_P$ değeri pompa üretici firmalardan temin edilmelidir. Bir pompanın $ENPY_P$ eğrisi kavitasyon testleri oluşturulur.

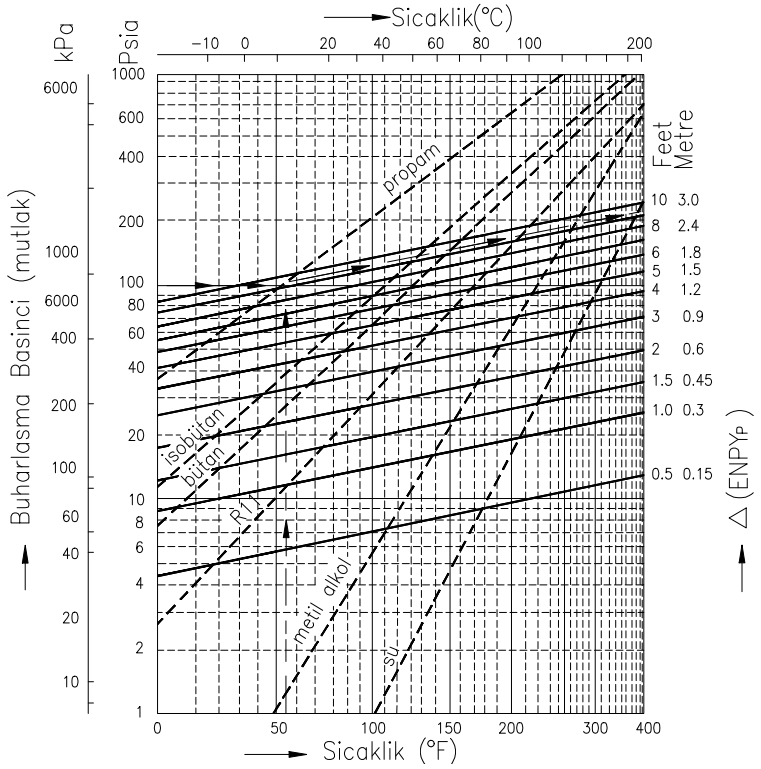
Thoma kavitasyon faktörü ile Emme Özgül hızı arasında $S_q = \frac{n_q}{\sigma^{3/4}}$ bağıntısı vardır.

Bu bağıntı ancak pompanın dizayn debi ve $H_m$ değerleri için geçerlidir. Bu bağıntılarla $ENPY_P$ eğrisi çizilmesinde kullanılmayacağı unutulmamalıdır. Aşağıdaki bağıntı ile

$ENPY_P = \left( \frac{n\sqrt{Q}}{S_q} \right)^{4/3}$ gerekli emme net pozitif yükü bulunur.

### 6.1.6 Sıcak su ve hidrokarbonların pompalanması halinde $ENYP_P$'nin hesabı

Pompaların performans karakteristikleri normal ortam koşullarındaki su ile ölçülürler. Bir pompanın farklı bir sıcaklıktaki suyu ya da bir başka tür sıvıyı basması halinde $ENPY_P$ karakteristiği değişmektedir. Suyun sıcaklığının $40^0C$'den büyük olması halinde $ENPY_P$ değişmektedir. Artan su sıcaklığı $ENPY_P$ değerini azaltmaktadır. Amerikan Hidrolik Enstitüsü, gerek sıcaklığın gerekse sıvı türünün $ENPY_P$'ye etkisini hesaplamak için aşağıdaki düzeltme eğrilerini önermektedir.




*Şekil 6.6 Pompaların sıcak su ve farklı türden sıvılar basması halinde $ENPY_P$'deki değişme*

Söz konusu grafikte, sıcaklık düzeltmesi ve sıvı tipi olmak üzere iki farklı eğri ailesi vardır. $ENPY_P$ değerinde oluşacak fark sağdaki düşey eksen üzerinden okunur ve pompanın $ENPY_P$ değeri grafikten bulunan değer kadar değiştirilir.

### 6.1.7 Kavitasyon kontrolü ve emme yüksekliğinin hesabı

Bir pompanın bir tesisatta kavitasyonsuz çalışabileceği maksimum emme yüksekliğinin hesap edilmesi önemlidir. Bu amaçla öncelikle pompanın çalışma noktası ve dolayısıyla pompa karakteristiklerinden $ENPY_P$ değeri belirlenir. Pompanın kavitasyonsuz çalışması için gerekli olan maksimum $ENPY_T$ değeri

$ENPY_T = ENPY_P$

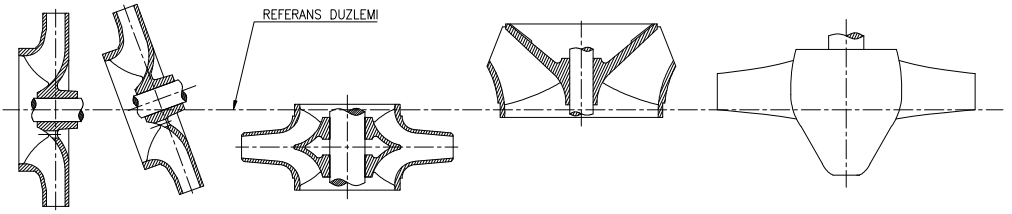
olacaktır. Tesisin ENPY değeri

$$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h$$

olarak tanımlandığına göre $ENPY_T$ yerine $ENPY_P$ yazılarak ve gerekli düzenlemeler yapılarak, pompanın kavitasyonsuz çalışacağı maksimum emme yüksekliği

$(h_s)_{maks} = H_A - ENPY_P - h_b - h$ olarak elde edilir.

### 6.1.8 Referans düzlemi




*Şekil 6.7 ENPY değeri için referans düzlemleri*

$ENPY_T$ değeri ENPY düzlemi olarak tanımlanan bir düzleme göre ifade edilir (Şekil 6.7). ENPY referans düzlemi çark girişindeki dış kenarlardan geçen çemberin belirlediği merkezden geçen yatay düzlemdir. Dik çalışan çift emişli pompalar için ENPY düzlemi üstteki çark giriş ağzına göre tanımlanır.

### 6.1.9 Kavitasyona etki eden faktörler

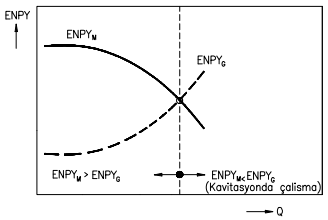
Kavitasyona etki eden parametreler kavitasyonun tanımından oldukça açık bir biçimde görülebilirler:

$$ENPY_T = H_A - h_s - h_b - h_k \geq ENPY_P$$

(a) $ENPY_P$ :Tamamen pompanın tasarımı ilgilidir ve işletmecinin bu değerlerle ilgili yapabileceği bir şey yoktur. $ENPY_P$ değerinin küçük olması pompanın kavitasyon riskinin az olduğu anlamına gelir.

(b) Emme borusundaki yük kayıpları (h): Bu değerin küçük olması $ENPY_T$ değerini büyütmektedir. Dolayısıyla kavitasyonsuz çalışma koşulu daha kolay gerçekleşebilmektedir. Dolayısıyla emme hattında olabildiğince az yük kayıplarının oluşmasına gayret gösterilmelidir. Bu nedenle yersel kayıp elemanlarından olabildiğince kaçınılmalı ve kayıp katsayısı küçük elemanlar seçilmelidir. Emme borusundaki yük kayıpları akış hızının karesi ile orantılıdır. Dolayısıyla büyük debilerde emme borusundaki yük kayıpları artacak ve pompanın kavitasyon riski büyüyecektir. Pompanın dönme sayısının arttırılması da pompanın debisini arttıracağından emme borusundaki hızlar dolayısıyla kayıplar artacak ve kavitasıyon riski büyüyecektir.

(c) Sıvının buharlaşma basıncı ($h_b$): Sıvının sıcaklığının ve pompanın çalışacağı ortamın deniz seviyesinden olan yüksekliğinin bir fonksiyonudur. Sıcaklığın artması sıvının buhar basıncını arttırmakta dolayısıyla kavitasyon riskini de arttırmaktadır.




Deniz seviyesinden olan yükseltinin artması da buharlaşma basıncını azaltmakta dolayısıyla $ENPY_T$ değerini büyütmektedir. Fakat bu durumda emme deposunun serbest yüzeyinin atmosfere açık olması halinde $H_A$ değeri de azalmaktadır. $H_A$ değerindeki azalma $h_b$ değerindeki azalmadan daha büyük olduğu için kavitasyon riski artmaktadır.
Sıvı içinde erimiş halde bulunan hava ve başka gazlar, pompa içinde basıncın düştüğü bölgelerde buharlaşma başlamadan önce açığa çıkarak kavitasyonu başlatabilirler. Gazı alınmış sıvılarda kavitasyon biraz daha geç başlar.

(d) Emme yüksekliği ($h_s$): Emme yüksekliğinin artması kavitasyon riskini arttırmaktadır.

(e) Emme deposu serbest sıvı yüzeyine etkiyen basınç ($H_A$): Söz konusu basıncın artması kavitasyon riskini azaltmaktadır.

(f) Hız : Yüksek değeri kavitasyon riskini arttırmaktadır.

(g) Debi : Yüksek değeri, emme borusundaki hızı arttırdığı için kavitasyon riski artar.

(h) Sıvı içinde erimiş gaz ve hava : Artan miktarları kavitasyon riskini arttırır.

(ı) Sıvı sıcaklığı : Artan sıcaklık kavitasyon riskini arttırır.

(i) Emme haznesindeki basınç : Basıncın yüksek olması kavitasyon riskini azaltmaktadır.

### 6.1.10 Kavitasyon erozyonu

Kavitasyonlu çalışan pompaların cidarlarında, oluşan aşınma sonucunda oyuklar ve süngerimsi bir görüntü oluşur. Pompa malzemesinin kavitasyon dayanımı, malzemenin bileşimi, imalat yöntemi, yüzey pürüzlülüğü, ısıl işlem gibi pek çok parametreye bağlıdır.

Kavitasyona dayanıklı çark malzeme seçimi ile çarkın ömrünü uzatmak veya bir başka deyişle $ENPY_P$ değerini düşürmek mümkündür.

Aşağıdaki tabloda çeşitli örnek malzemelerin kavitasyon erozyonuna karşı iyi malzemeden kötüye doğru mukavemet sıralaması verilmiştir. Bağıl malzeme kaybı çark imalatında kullanılan çeşitli malzemelerin (pompalanan ayni sıvı için) pik döküme göre yaklaşık malzeme kaybı olarak tanımlanmaktadır. Bunların dışında çok farklı ve özel malzemelerde kullanılmaktadır. Pompa hidrolik elemanlarının yüzeyleri kauçuk ile kaplanırsa kavitasyon erozyonu azalır.

| Malzeme | 2 saat kavitasyonlu çalışma sonunda malzeme kaybı (mg) | Bağıl malzeme kaybı |
|---|---|---|
| Özel Alaşımlı Paslanmaz Çelik Döküm | 5 | 0,05 |
| Alüminyum Bronz | 10 | 0,1 |
| Paslanmaz Çelik Döküm (AISI 304-1.4317) | 20 | 0,25 |
| Bronz ve Bakır Alaşımlar (CuSn10) | 80 | 0,55 |
| Çelik Döküm (GS 45) | 110 | 0,6 |
| Sfero Döküm (GGG 40) | 170 | 0,8 |
| Pik Döküm (GG 20) | 225 | 1,0 |

*Kavitasyona uğramış bir çark*

### 6.1.11 Kavitasyona karşı alınabilecek önlemler

Kavitasyon riskini, pompalama tesisini tasarlayan mühendis ve işletmeci açısından en aza indirici önlemler aşağıdaki biçimde sıralanabilirler:

(a) $ENPY_P$ değeri küçük olan pompa seçmek
- Kavitasyona karşı özel tasarlanmış pompa
- Çift girişli pompa
- Düşük devirli pompa

(b) $ENPY_T$ değerini en büyük yapacak biçimde tesisle ilgili önlemler almak
- Emme borusundaki yersel ve sürekli yük kayıplarını azaltmak (düşük yersel kayıp katsayılı elemanlar seçmek, emme borusunun çapını büyük tutarak akış hızlarını azaltmak, emme borusunun boyunu kısaltmak, düşük pürüz yüksekliğine sahip malzemeden yapılmış boru seçmek)
- Emme yüksekliğini küçük tutmak
- Sıvı içindeki erimiş gazları tahliye etmek
- Pompa emme basıncını arttırmak (Emme deposu üzerine basınç uygulamak ya da basma borusundan by-pass yapmak)
- Pompaya yeterli debi gelmesi sağlanmalı

### 6.1.12 Çarkların, çark malzemesine göre dayanabileceği en büyük çevresel hız değerleri $V_{maks}$ (m/sn)

Çarkların çark malzemesine göre dayanabileceği en büyük çevresel hız değerleri m/sn olarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| Malzeme Adı | Örnek Malzeme Tanımı | $V_{maks}$ (m/sn) |
|---|---|---|
| Pik Döküm | GG25, EN-JL 1040, EN-GJL-250 | 40 |
| Sfero Döküm | GGG40, EN-JS 1030, EN-GJS-400-15 | 50 |
| Bronz | G.CuSn10, 2.1050 | 50 |
| Çelik Döküm | GS45, 1.0446 | 60 |
| Paslanmaz Çelik Döküm | AISI 304, AISI 316 | 70 |
| Paslanmaz Çelik Döküm (özel) | 1.4008, CA-15 | 95 |
| Paslanmaz Çelik Döküm (özel) | 1.4313, CAGNM | 110 |

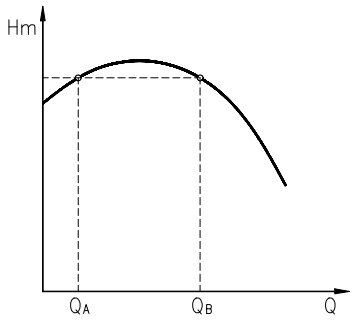
Burada çarkın en dış noktasının çevresel hızı, $d_2$ (m) çarkın en dış noktasının çapı olmak üzere

$$V_{maks} = \frac{\pi \cdot n.d_2}{60}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıdaki n çarkın d/d olarak dönme sayısıdır.

## 6.2 Kararsızlık ve Surge

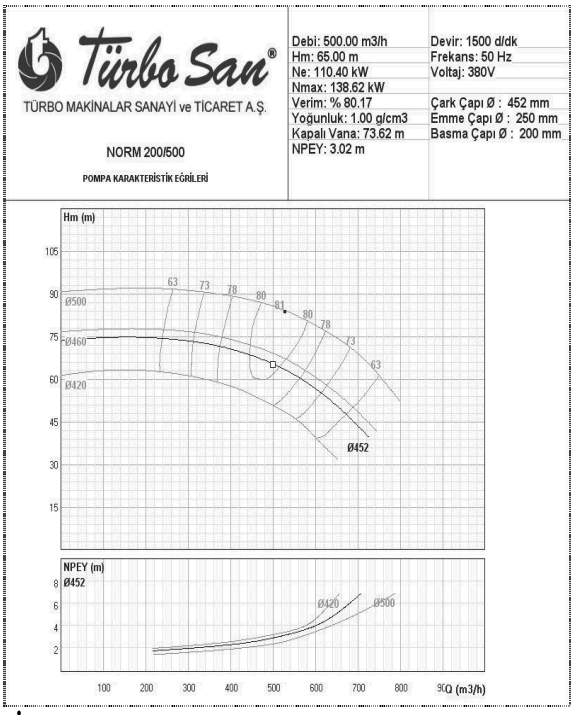
**(a) Kararsızlık:** Kararsızlık, pompanın kapalı vana debisine yakın küçük debilerde çalışması durumunda, $H_m$-Q karakteristiğinin yapısına bağlı olarak oluşur. Karakteristiğin bir maksimumdan geçmesi durumunda, pompa aynı basma yüksekliğine sahip iki debi değeri arasında gidip gelerek çalışır. Bu tesisatta istenmeyen akış dalgalanmalarına ve titreşimlere yol açar.




(a) **Surge:** Bu duruma pompalama tesisinde sıvının akış yönü dalgalı olarak değişir. Sıvı zaman zaman emme deposundan basma deposuna, zaman zamanda basma deposundan emme deposuna doğru akar.

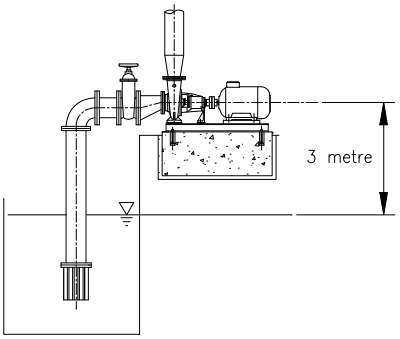
## 6.3 Örnek 1: Pompanın Kavitasyonlu Çalışıp Çalışmadığının Hesabı :

Karakteristik eğrileri, şematik tesisat çizimi ve emme hattı verileri aşağıda verilen NORM 200/500 pompanın kavitasyonlu çalışıp çalışmadığının kontrolünü yapalım:




**Emme Hattı Verileri :**

| | |
|---|---|
| Debi (Q) | : 500 $m^3/h$ = 0,139 $m^3/sn$ |
| $H_m$ | : 65 mSS |
| Emme Boru Çapı | : Ø300 = 0,3 m |
| Emme Boru Boyu $\ell$ | : 6 m |
| Emme Geometrik Yükseklik $h_s$ | : 3 m |
| Sürgülü Vana Ø300 | : 1 adet, K= 0,25 |
| Dip Klapesi Ø400 | : 1 adet, K= 2,25 |
| 90° lik dirsek Ø300 | : 1 adet, K= 0,45 |
| Dik konik Ø300 / Ø250 | : 1 adet, K= 0,1 |
| Sıvı Sıcaklığı | : 20°C |
| Rakım | : 100 m |




**Pompanın Kavitasyonsuz Çalışması için :**

$$\mathbf{ENPY_T \rangle ENPY_P}$$ olmalıdır.

$ENPY_P$ pompanın katalog değeridir. Seçilen pompamız Türbosan NORM 200/500 (1500 d/d) olup, verilen çalışma noktası için $ENPY_P$ = 3.1 metredir.

$\mathbf{ENPY_T = H_A - h_b - h_s - \sum h}$

$$ENPY_T = 10,2 - 0,283 - 3 - \sum h$$

$$\sum h = \sum h_{sürekli} + \sum h_{yersel}$$

$$\sum h = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + \sum K \cdot \frac{V^2}{2g} \qquad V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,139}{\pi \cdot 0,3^2} = 1,96 \text{ m/sn}$$

$$\sum h = 0,025 \cdot \frac{6}{0,3} \cdot \frac{(1,96)^2}{2 \cdot 9,81} + (0,25 + 2,25 + 0,45 + 0,1) \cdot \frac{(1,96)^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\sum h = 0,10 + 0,6$$

$$\boxed{\sum h = 0,7 \text{ m}}$$

$$ENPY_T = 10,2 - 0,283 - 3 - 0,7$$

$$\boxed{ENPY_T = 6,22 \text{ m}}$$

**Sonuç : 6,22 > 3,1 metre olduğu için Norm 200/500 pompamız kavitasyonsuz çalışır.**

# BÖLÜM 7

## POMPALARIN PERFORMANS KARAKTERİSTİKLERİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ

İmalatı yapılmış her pompanın karakteristik eğrileri vardır ve pompa bu eğriler üzerinde kalarak çalışır. Bu eğriler sabit dönme sayısı için geçerlidir. Bu eğriler pompa çarkının dönme sayısı ve çark çapı –tornalanarak- değiştirilmediği sürece değişmezler. Aynı pompanın farklı dönme sayıları için farklı karateristik eğrileri vardır.

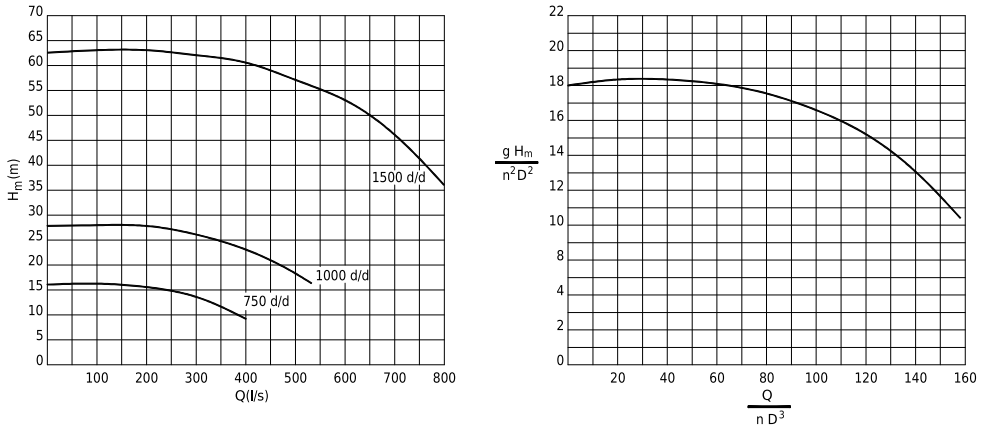
Literatürde çok iyi bilindiği ve hem deneysel hem de teorik olarak ispatlandığı üzere, pompaların performansları boyutsuz sayılar ile ifade edildiği zaman birbirlerine benzer pompaların karakteristik eğrileri aynıdır. Bu ifadenin daha açık anlamı, benzer pompaların çark çapları, dönme sayıları ne olursa olsun boyutsuz biçimde tanımlanan çalışma noktaları tek bir eğri üzerinde bulunmaktadır. Bu eğrinin özelliği yatay ve düşey eksenlerin boyutsuz sayılar cinsinden ifade edilmesidir. Bu boyutsuz sayılar:

Yatay eksende yer alan debi sayısı : $\phi = \frac{Q}{nD^3}$

Düşey eksende yer alan basma yüksekliği sayısı: $\psi = \frac{gH_m}{n^2 D^2}$

dir. Verim zaten boyutsuz bir büyüklük olduğu için tanımı ve eğrisi aynı kalmaktadır. Düşey eksende yer alan güç sayısı: $\kappa = \frac{N_e}{q\, n^3 D^5}$

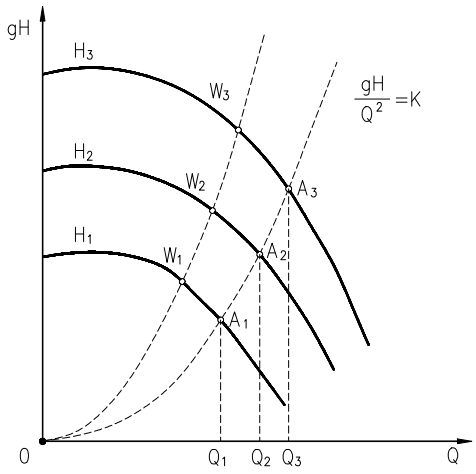
şeklinde tanımlanmaktadır. Aşağıda Şekil 7.1'da Türbosan ÇEP 350/400 tipi pompanın farklı dönme sayılarındaki ölçülen $H_m$-Q karakteristik eğriler gösterilmektedir. Söz konusu şekilde 3 adet eğri yer almaktadır. Bu karakteristik eğrilerin, yukarıda açıklanan boyutsuz sayılar kullanılarak tek bir eğriye indirgendiği görülmektedir.




*Şekil 7.1 Türbosan ÇEP 350/400 model pompanın devir sayısına göre karakteristik eğrileri*

Aynı debi sayısı değerinde çalışan pompaların basma yüksekliği sayıları da aynı olacaktır. Benzer pompaların aynı debi sayısında çalışması hali benzer noktalarda çalışması olarak adlandırılır. Bu durumda verimlerde aynı olacaktır.

Yukarıda açıklanan boyutsuz sayılar kullanılarak, bir pompanın benzer çalışma noktalarının (gH-Q) düzleminde paraboller üzerinde yer aldığı görülebilir.




*Şekil 7.2 Benzer çalışma noktalarının (gH-Q) düzleminde gösterilmesi*

Boyutsuz debi sayısının tanımından görüleceği üzere, aynı çarkın kullanılması halinde çark çıkış çapı değişmeyeceği için, devir sayısının artış oranı kadar debinin de artması halinde bu sayı sabit kalmaktadır.

Burada benzer pompalar, aynı özgül hız değerine sahip olan pompalar anlamındadir. Başka bir değişle karşılıklı tüm geometrik boyutları arasındaki oranların sabit olduğu pompalar benzer pompalardır. Bir pompa kendinin benzeridir. Bir pompanın çarkının tornalanması ile ortaya çıkan yeni pompanın da, belli sınırlar dahilinde, ilk haline benzer olduğu kabul edilebilir.

Pompanın devir sayısının ve çark çapının tornalanarak azaltılması halinde pompanın performans eğrilerinin nasıl değiştiği aşağıdaki altbölümlerde açıklanmaktadır.

## 7.1 Pompa çarkının dönme sayısının değiştirilmesi

Bir pompanın dönme sayısı değiştiğinde, pompanın yeni çalışma noktası yukarıda açıklanan boyutsuz karakteristikler yardımıyla bulunabilir. Pompanın yeni dönme sayısına karşılık gelen çalışma noktasının, eski çalışma noktasına, bu noktaların boyutsuz sayılar ile ifade edilmesi halinde, benzer olacağı görülür. Başka bir ifade ile

$$\frac{Q}{nD^3} = \frac{Q'}{n'D'^3} \qquad \frac{gH}{n^2D^2} = \frac{gH'}{n'^2D'^2}$$

olur. Bu ifadelerde (′) yeni çalışma noktasını göstermektedir. Çark çapı değişmediğine göre

$$\frac{Q}{n}=\frac{Q'}{n'} \qquad Q'=\frac{n'}{n}Q \qquad \boxed{\frac{Q}{Q'}=\frac{n}{n'}}$$

$$\frac{H}{n^2}=\frac{H'}{n'^2} \qquad H'=\left(\frac{n'}{n}\right)^2 H \qquad \boxed{\frac{H}{H'}=\left(\frac{n}{n'}\right)^2}$$

olmaktadır. Bu ifadelerden görüleceği üzere debi devir sayısı oranı ile basma yüksekliği ise devir sayısı oranının karesi ile değişmektedir.

Bu değişimler göz önüne alınarak bir pompanın belli bir dönme sayısındaki bilinen bir karakteristik eğrisi kullanılarak farklı dönme sayılarındaki karakteristik eğrileri elde edilebilir.

Yeni çalışma noktasında pompanın efektif gücünün bulunması da benzer şekilde güç sayılarının eşitlenmesi ile yapılır.

$$\frac{N_e}{\rho n^3 D^5}=\frac{N_e'}{\rho n'^3 D'^5}$$

Akışkanın yoğunluğunun ve pompanın çark çapının değişmediğini göz önüne alarak

$$\frac{N_e}{n^3}=\frac{N_e'}{n'^3} \qquad N_e'=\left(\frac{n'}{n}\right)^3 N_e \qquad \boxed{\frac{N_e}{N_e'}=\left(\frac{n}{n'}\right)^3}$$

yeni çalışma noktasındaki efektif gücün devir sayıları oranının kübü ile orantılı olarak değiştiği görülmektedir.

## 7.2 Pompa çarkının çapının değiştirilmesi

Pompa çark çapının pompa performans eğrilerine etkisi bir önceki altbölümde açıklanan yaklaşım kullanılarak elde edilebilir. (n=sabit)

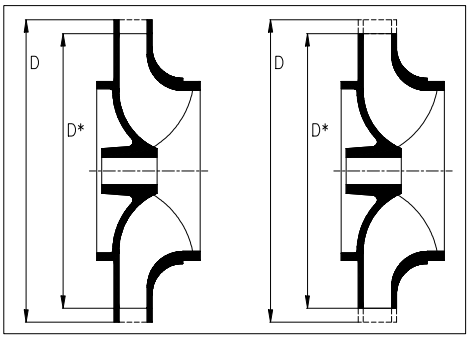
$$\frac{Q}{nD^3}=\frac{Q'}{n'D'^3} \qquad \frac{gH}{n^2D^2}=\frac{gH'}{n'^2D'^2} \qquad \frac{N_e}{\rho n^3 D^5}=\frac{N_e'}{\rho' n'^3 D'^5}$$

olur. Bu ifadelerde (′) yeni çark çapındaki çalışma koşullarını göstermektedir. Pompanın devir sayısı değişmediğine ve küçük çap değişikliklerinde $b_2$ deki değişimler ihmal edilebildiğine göre,

$$\frac{Q}{D^3}=\frac{Q'}{D'^3} \qquad Q'=(\frac{D'}{D})^2 Q$$

$$\frac{H}{D^2}=\frac{H'}{D'^2} \qquad H'=\left(\frac{D'}{D}\right)^2 H$$

$$\frac{N_e}{D^5}=\frac{N_e'}{D'^5} \qquad N_e'=\left(\frac{D'}{D}\right)^5 N_e \text{ olarak elde edilir.}$$




*Şekil 7.3 Kademeli pompa çarkının torna edilmesi*

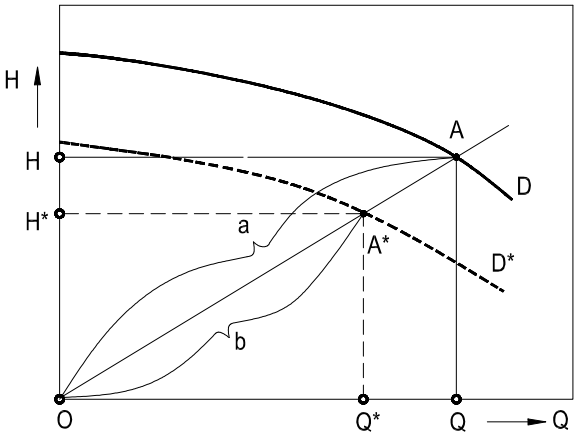
Burada pompa çarkının tam santrifüj tipte olması halinde bu ifadelerde bir miktar değişiklik olmaktadır. Tam santrifüj çarklarda çark çıkışına yakın bölgede çark genişliği sabit kalmaktadır. Tornalama işlemi bu bölgede çark çapını azaltmaktadır. Benzeşim teorisine bakıldığında debi sayısının, debi değerinin, (çıkış alanı x hız) büyüklüğü ile bölünerek elde edildiği görülebilir. Tam santrifüj pompa çarkında, çıkışa yakın bölgede çıkış genişliği sabit olduğu için, (çıkış genişliği x çarkın çıkış çapı x 3.1416) değerine eşit olan alan, çark çıkış çapı ile değişmektedir. Dolayısıyla, tam santrifüj pompa halinde, çarkın tornalanması ile yeni durumdaki debi değeri

$$Q' = (\frac{D'}{D})^2 Q$$

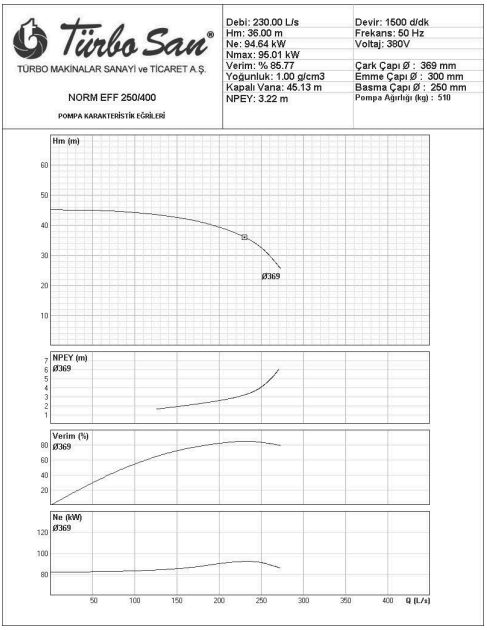
ifadesi ile elde edilir. Genel olarak çark çapı torna edilmiş pompanın verimi orijinal çaplı pompaya göre biraz düşük olmaktadır. Kademeli pompalarda çark çapı için sadece yanak arası (kanatlar) torna edilmelidir (Şekil 7.3).

Ayrıca çark çapı tornalamanın pompanın çalışma noktasına etkisini hesaplamak için Şekil 7.4' te tanımlanan notasyon kullanılarak, $\sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{D}{D'}$ bağıntısı kullanılır.

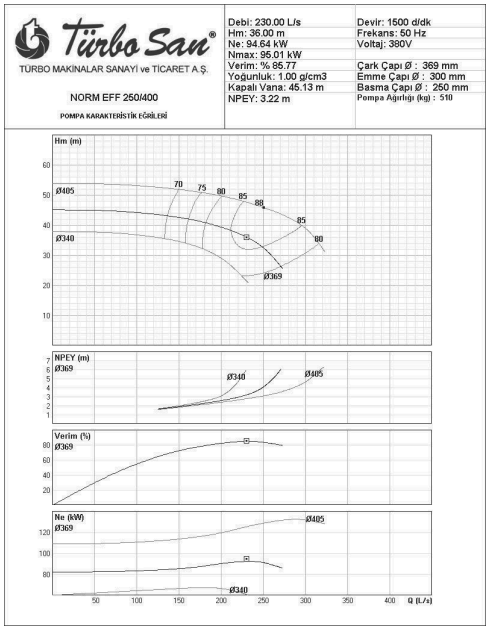
Ayrıca Şekil 7.5'te Türbosan Norm 250/400 tipi bir pompanın farklı çap çarklarındaki ve devir sayılarındaki performans eğrileri gösterilmektedir.



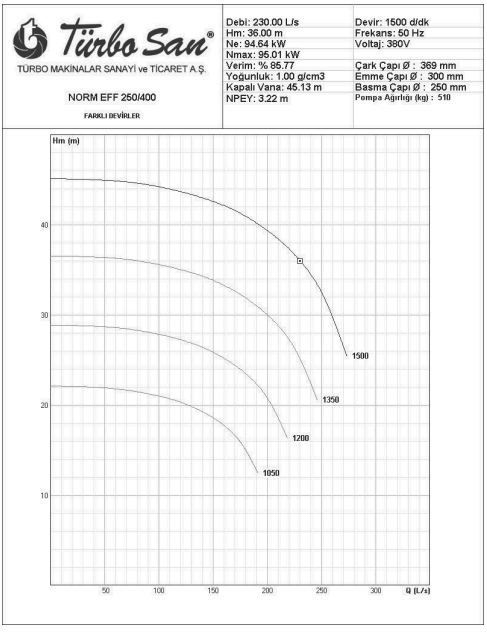

*Şekil 7.4 Çark çapı tornalayarak yeni çalışma noktasının bulunması*



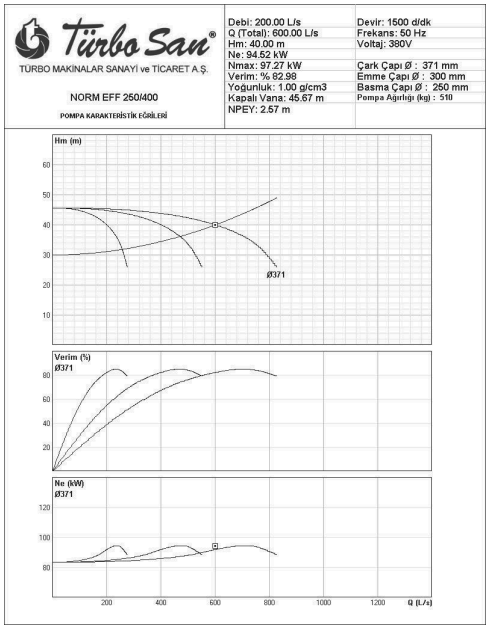

*Şekil 7.5.1 Bir pompanın sabit devirde performans eğrisi*




*Şekil 7.5.2 Bir pompanın sabit devirde, farklı çark çaplarındaki performans eğrisi*




*Şekil 7.5.3Bir pompanın farklı devirlerde performans eğrisi*




*Şekil 7.5.4 Üç pompanın paralel çalışma eğrisi*

# BÖLÜM 8

## VİSKOZ SIVILARIN POMPALANMASI VE POMPA SEÇİMİ

### 8.1 Viskozite özelliği

Viskozite akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direnç olarak tanımlanabilir. Viskozitenin, dinamik-mutlak- ve kinematik olarak adlandırılan iki farklı tanımı vardır.

**(a) Dinamik viskozite (μ):**
Dinamik viskozitenin, tanımı, akış alanı içindeki bir akışkan parçağına etkiyen kayma gerilmelerinin, akışkan parçacığının etkisi altında olduğu hız gradyenine oranı olarak tanımlanır. Hava, su gibi Newton tipi akışkanlar için bu oran sabittir. Dinamik viskozitenin birimi (N s /$m^2$ = Pa.s)'dir. Literatürde dinamik viskozite birimi olarak centi Poise (cP)'da kullanılmakta olup $10^{-3}$ Pa.s'ye karşılık gelmektedir **(1 cP=$10^{-3}$ Pa.s)**. Dinamik viskozite sıvılarda sıcaklık ile azalmakta, gazlarda ise artmaktadır. Suyun ve diğer bazı sıvıların dinamik viskozitelerinin sıcaklık ile değişimi kitabın ekler bölümünde verilmektedir.
**(b) Kinematik viskozite (ν)**
Dinamik viskozitenin akışkanın yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır ve birimi $m^2/s$'dir. $20^0$C'deki suyun kinematik viskozitesi 1,002 .$10^{-6}$ $m^2/s$'dir. Literatürde kinematik viskozite birimi olarak centi Stokes (cSt) 'da kullanılmakta olup $10^{-6}$ $m^2/s$'ye karşılık gelmektedir.

**(1 cSt=1 $mm^2/s$=$10^{-6}$ $m^2/s$)**

Dinamik ve Kinematik viskozite arasındaki bağıntı: $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ şeklinde olup, 20°C'daki suyun Dinamik viskozitesi = 1 cP ve Kinematik viskozitesi = 1 cSt'dur.

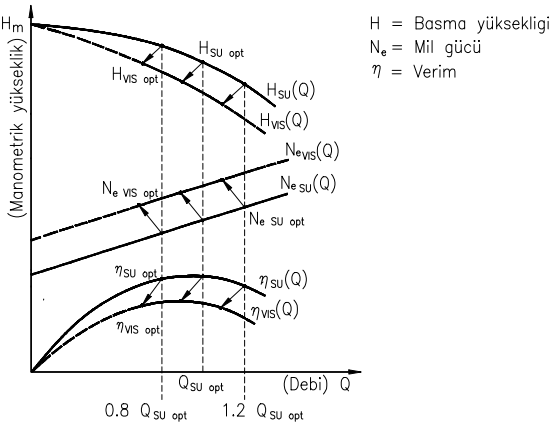
Viskozite pompa değerlerine etkisi; en az debiyi ve en çokta verimi etkilemektedir. Düşük verimden dolayı da motor güçleri oldukça fazla büyümektedir.

Kinematik viskozitesi 600 cSt'den büyük viskoz sıvılarda verimin çok düşmesi ve buna bağlı olarak motor gücünün aşırı artması nedeni ile santrifüj (rotadinamik) pompa kullanmak ekonomik ve teknik yönden uygun değildir. Santrifüj pompa yerine hacimsel (pozitif deplasmanlı) pompalar kullanılmalıdır.

**Akışkanın kinematik viskozitesi 20$mm^2/s$ (cSt) değerinden küçük ise pompanın dönme hızı değişmediği sürece Debi ve Manometrik yüksekliği değişmez (bak. Şekil 8.2).**

### 8.2 Su kullanılarak ölçülmüş pompa karakteristiklerinin pompanın sudan daha viskoz bir akışkan basması haline dönüştürülmesi

Pompaların kataloglarda verilen karakteristik eğrileri aksi belirtilmedikçe su ile yapılan deneylerde ölçülen büyüklüklerdir. Bu alt bölümde su ile elde edilen pompa karakteristiklerinden, pompanın sudan daha viskoz bir sıvı basması durumunda, pompanın yeni karakteristiklerinin nasıl elde edileceği açıklanacaktır. Performans eğrilerindeki değişim şematik olarak Şekil 8.1 de gösterilmektedir. Bu amaçla literatürde mevcut farklı yaklaşımlar aşağıda özetlenmektedir:




*Şekil 8.1 Viskozitenin pompa performansına etkisi*

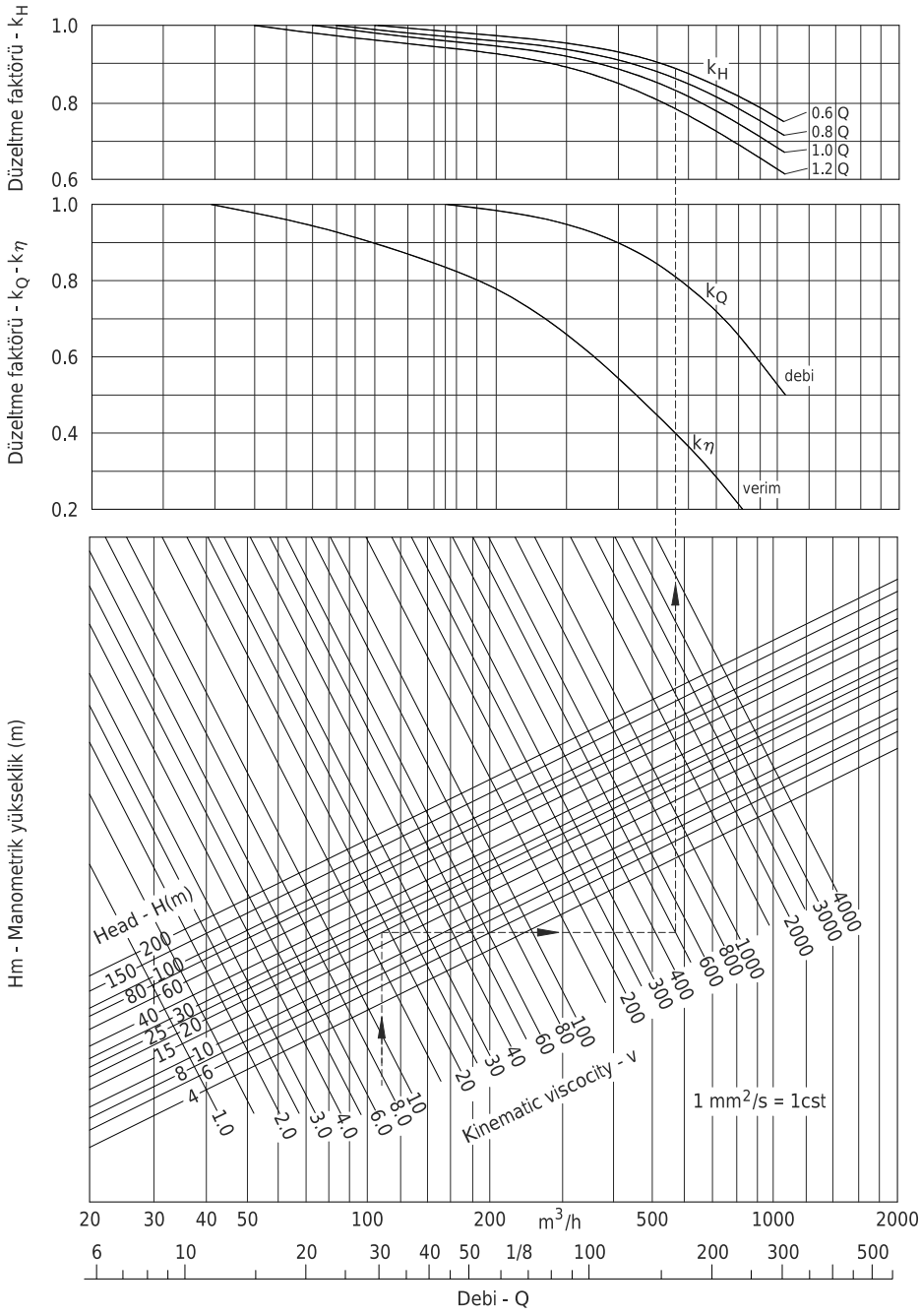
**Amerikan Hidrolik Enstitüsü tarafından önerilen yaklaşım:**
Bu yöntem deneysel olarak, çark çapları 50 – 200 mm arasında değişen, özgül hızları $\eta_q = 20(1/dak)$ olan salyangozlu pompalar kullanılarak sınanmıştır. Söz konusu yöntem ISO 9906-Rotordynamic pumps – Hydraulic performance acceptance tests- Grades 1 and Grades 2 içine alınmış ve stantard metod olarak tanımlanmıştır. Aynı standart TS ISO 9906 Rotodinamik pompalar – Hidrolik performans kabul deneyleri – Derece 1 ve Derece 2 ismi ile Türk Standartları arasına da girmiştir.

Söz konusu yaklaşımda su kullanılarak deneysel olarak elde edilen performans eğrilerinin viskoz sıvı için dönüştürme işlemi optimum debinin ($Q_{opt}$) 0.6, 0.8, 1.0 ve 1.2 katlarındaki değerleri için yapılmaktadır. Dolayısıyla bu debi değerlerine karşılık gelen debi, basma yüksekliği ve verim düzeltme katsayılarının bulunması yöntemin temel esasıdır. Yöntemde debi ve verim için birer tane, basma yüksekliği için ise yukarıda bahsedilen dört debi değeri için birer tane olmak üzere altı tane düzeltme faktörü bulunur. Bu düzeltme faktörlerinin bulunması aşağıda adımlar halinde açıklanmaktadır:

(1) Pompanın su için elde edilen karakteristiğinden optimum çalışma noktasına ait $Q_{opt}$, $H_{opt}$ ve $\eta_{opt}$ değerleri bulunur.
(2) $Q_{opt}$ değerinin 0.6, 0.8 ve 1.2 katları ($Q_{0.6}$, $Q_{0.8}$,$Q_{1.2}$) hesaplanarak bu değerlere karşılık gelen $H_{0.6}$, $H_{0.8}$ ve $H_{1.2}$ ve $\eta_{0.6}$, $\eta_{0.8}$ ve $\eta_{1.2}$ değerleri pompanın su ile elde edilen performans karakteristiklerinden belirlenir.
(3) Şekil 8.2'nin yatay ekseninde $Q_{opt}$ değeri bulunur ve bu değerden düşey bir doğru çizilir. Aynı diyagramda basma yüksekliği eğrileri de – doğruları- verilmiştir. $Q_{opt}$ değerinden çizilen düşey doğru ile $H_{opt}$ basma yüksekliğinin kesiştiği nokta bulunur.
(4) Aynı grafik üzerinde viskozite doğruları da mevcuttur. Bu kesişim noktasından yatay bir doğru çizilerek viskoz sıvının viskozite değeri ile kesişim noktası bulunur.
(5) Bu kesişim noktasından yukarıya doğru düşey bir doğru çizilerek üst diyagramdan, $k_Q$, $k_\eta$, $k_{H0.6}$, $k_{H0.8}$, $k_{Hopt}$, $k_{H1.2}$ düzeltme faktörleri elde edilir.
(6) Pompanın viskoz sıvı basması halinde sahip olacağı basma yüksekliği ve verim değerlerinin debi ile değişimleri aşağıdaki ifadeler kullanılarak belirlenir:

$$Q_{vis} = k_Q\, Q_{su} \qquad H_{vis} = k_H\, H_{su} \qquad \eta_{vis} = k_\eta\, \eta_{su}$$

Burada (vis) indisi viskoz sıvıyı, (su) indisi de suyu belirtmektedir.




*Şekil 8.2 ISO 9906'da yer alan santrifüj pompaların viskoz sıvı basması halinde kullanılacak Q, H ve η düzeltme katsayıları*

## 8.3 Viskoz sıvı pompalanması halinde gerekli debi ve manometrik yüksekliği sağlayacak pompanın seçimi

Bu altbölümün amacı viskoz bir sıvı basacak pompanın seçiminin, pompaların su ile verilmiş karakteristiklerini kullanarak nasıl yapılacağının açıklanmasıdır.

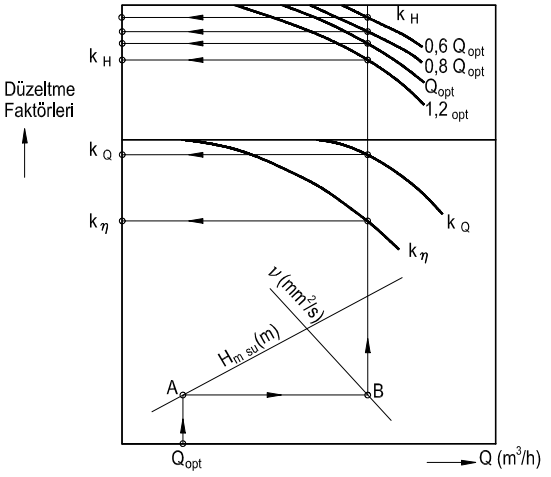
Viskoz sıvıyı basacak pompanın istenilen çalışma noktasına ait basma yüksekliği $H_{vis}$, debi $Q_{vis}$ ve verim $\eta_{vis}$ olarak adlandırılsın. Amacımız bu değerlerin pompanın su basması halindeki eşdeğerlerinin bulunmasıdır. Bu işlem aşağıdaki adımlardan oluşur:

(1) Şekil 8.2'nin yatay ekseninde $Q_{vis}$ değeri bulunur ve bu değerden düşey bir doğru çizilir. Aynı diyagramda basma yüksekliği eğrileri de – doğruları- verilmiştir. $Q_{vis}$ değerinden çizilen düşey doğru ile $H_{vis}$ basma yüksekliğinin kesiştiği nokta bulunur.
(2) Bu kesişim noktasından yatay bir doğru çizilerek viskoz sıvının viskozite değeri ile kesişim noktası bulunur.
(3) Bu kesişim noktasından yukarıya doğru düşey bir doğru çizilerek üst diyagramdan, $k_Q$, $k_\eta$, $k_{Hopt}$ düzeltme faktörleri elde edilir.
(4) Pompanın su basması halinde sahip olacağı basma yüksekliği, debi değerleri aşağıdaki ifadeler kullanılarak belirlenir:

$$Q_{su} = Q_{vis} / k_Q \qquad H_{su} = H_{vis} / k_H$$

(5) Pompanın katalogdan seçimi yapılır. Katalogdan elde edilen verim değeri aşağıdaki ilişki ile hesaplanarak mil gücü belirlenebilir.

$$\eta_{vis} = \eta_{su}\ k_\eta$$




*Şekil 8.3 Viskozite düzeltme katsayılarının belirlenmesi*

Bu değerlere göre su basarak elde edilmiş olan pompa performans eğrisi üzerinden viskoz sıvıda oluşabilecek çalışma eğrisi elde edilir.

Bu yöntemle elde edilen yeni performans eğrimiz yaklaşık bir çalışma eğrisidir. Gerçek değerler ancak viskoz sıvı ile deney yapılarak elde edilebilir.

## 8.4 ÖRNEKLER

### 8.4.1 Örnek 1 Pompanın su için mevcut olan karakteristiklerinin viskoz sıvı basması haline dönüştürülmesi

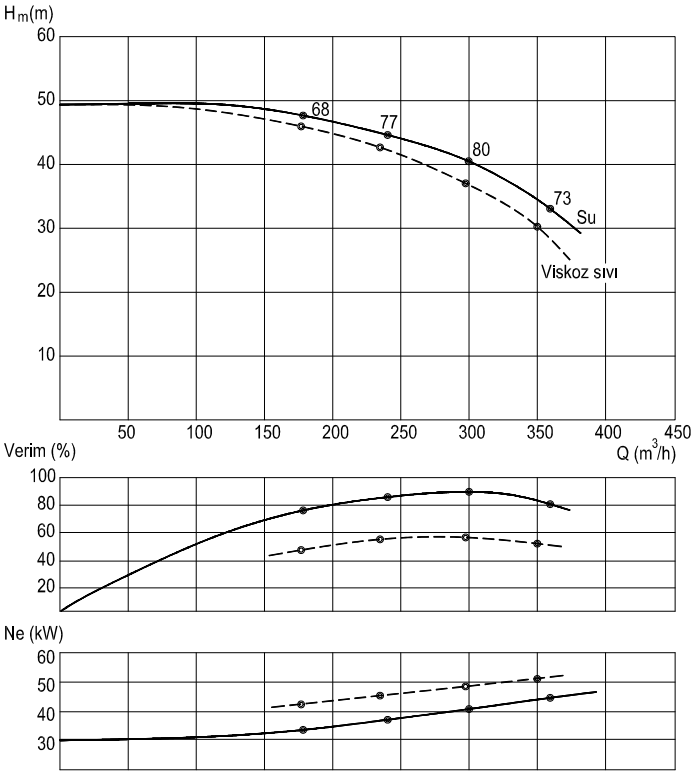
Viskoz bir sıvı için Pompa Performansının Hesabı :

a) Santrifüj pompamızın işletme değerleri (20°C sıcaklıktaki su için) :
Debi Q : 300 m³/h
Mano.Yükseklik Hm : 40 mSS
Pompa Verim $\eta$ : %80
Devir n : 1500 d/d

Bu verilere göre seçilen pompamız Türbo-Norm 150/400 yatay milli santrifüj pompadır.

b) Bu pompanın aşağıda belirtilen viskoz sıvı değerlerine göre yeni performans eğrisi oluşturulacaktır. Pompa devri sabit kabul edilmiştir.
20°C sıcaklıktaki SAE 20 no.lu madeni yağın Kinematik Viskozitesi $\nu$ : 200 mm²/s, yoğunluğu $\rho$ : 900 kg/m³ (0,9 gr/cm³)'dir.
Şekil 8.2'deki tablo yardımı ile $k_\eta$, $k_Q$, $k_H$ viskoz sıvı için düzeltme faktörleri bulunur. Viskoz sıvı için 4 ayrı çalışma noktasında $Q_{vis}$, $H_{vis}$, $\eta_{vis}$, $P_{vis}$ değerleri hesap edilerek performans eğrisi çizilir (Şekil 8.4). Söz konusu değerler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

| Sıvı | Tanımlar-Birimler | | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Su | Q (m³/h) Debi | | 180 | 240 | 300 | 360 |
| | $H_m$ (m) Manometrik Yükseklik | | 47 | 44 | 40 | 33 |
| | $\eta$ (%) Verim | | 68 | 77 | 80 | 73 |
| | Ne (kW) Pompanın çektiği güç | | 33,8 | 37,3 | 41 | 44,3 |
| Düzeltme Faktörleri | $Q_{su}$ = 300 m³/h | $k_Q$ | 0,97 | | | |
| | $H_{msu}$ = 40 mSS | $k_\eta$ | 0,70 | | | |
| | $\nu$ = 200 cSt | $k_H$ | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,91 |
| Viskoz Sıvı | Yoğunluk $\rho_{vis}$ (gr/cm³) | | 0,9 (900 kg/m³) | | | |
| | $Q_{vis} = k_Q \cdot Q_{su}$ (m³/h) | | 174,6 | 232,8 | 291 | 349,2 |
| | $H_{mvis} = k_H \cdot H_{msu}$ (m) | | 46 | 42,2 | 37,6 | 30 |
| | $\eta_{vis} = k_\eta \cdot \eta_{su}$ (%) | | 47,6 | 53,9 | 56 | 51,1 |
| | $Ne_{vis} = \frac{Q_{vis} \cdot Hm_{vis} \cdot \rho_{vis}}{102 \cdot \eta_{vis} \cdot 3{,}6} (kW)$ | | 41,3 | 44,6 | 47,9 | 50,2 |
| n = 1500 d/d = sabit | | | | | | |
| Suyun Yoğunluğu = 1000 kg/m³ = 1 kg/dm³ = 1 gr/cm³ | | | | | | |
| 20°C su için $\mu = \nu$ = 1 cP = 1 cSt | | | | | | |




*Şekil 8.4 Türbosan Norm 150/400 pompanın karakteristik eğrileri ve viskozitesi $\nu = 200$ cSt olan akışkan için indirgenmesi*

### 8.4.2 Örnek 2 Viskoz sıvı basacak pompanın seçimi

**1-** Viskoz sıvı pompalanmasına ait değerler bilinmektedir. Yapılacak ilk iş aynı şartlarda su basacak pompanın hesaplanmasıdır. Şekil 8.2'den gerekli düzeltme katsayılarını bulmak için grafiğin Q değerinden bir dik çizgi çıkılır ve H basma eğrisini kestiği noktadan sağa yada sola gidilerek viskozite eğrisini kestiği nokta bulunur. Bu ikinci noktadan çıkılan bir dik çizginin $K_H$, $K_Q$ ve $K\eta$ eğrilerini kestiği noktalar bulunur.

Q= 170 m³/h, H= 32 m, Viskozite= 210 cSt. Özgül ağırlık $\rho$ =0,9 gr/cm³. Şekil 8.2 tablodan elde edilen değerler şunlardır :
$K_Q$ = 0,94 $K\eta$ = 0,64 $K_H$ = 0,92 (Q= 1 için)
Pompanın su değerleri aşağıdaki gibi olmalıdır :
$Q_{su}$= 170/0,094 = <u>181 m³/sa</u> $H_{su}$= 32/092 = <u>34,7 m</u>

Alınacak pompanın boyutları bu değerlere göre belirlenmelidir.

Kinematik viskozitesi 210 cSt, özgül ağırlığı 0,9 gr/cm$^3$ olan sıvıyı, Q=170 m$^3$/h debide basacak, basma yüksekliği 32 m olacak pompayı kataloglardan seçelim.

Bunun için pompanın bu değerlerini akışkan olarak su basması haline indirgememiz gerekmektedir. Şekil 8.2'de yer alan tablodan, Q=170 m$^3$/h için,

$k_Q = 0{,}94$

$k_\eta = 0{,}64$

$k_H = 0{,}92$

elde edilir. Dolayısıyla bu pompanın su basması halindeki değerleri

$Q_{su} = 170 / 0{,}94 = 181 \quad \text{m}^3/\text{h}$

$H_{su} = 32 / 0{,}92 = 34.7 \ \text{m}$

Pompanın su ile çalışması halinde verim %79 olsaydı viskoz sıvı ile çalışması halinde verimi 0,79·0,64 = 0,50 olur ve motor gücü

$$Ne = \frac{Q_{vis} \cdot H_{vis} \cdot g}{102 \cdot 3{,}6 \cdot \eta_{vis}} = \frac{170 \cdot 32 \cdot 0{,}9}{102 \cdot 3{,}6 \cdot 0{,}5} = 26{,}7 \ \text{kW}$$ olarak bulunur.

# BÖLÜM 9

## HİDROFOR SİSTEMLERİ

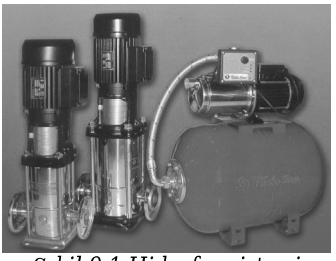
Bu bölümde işletmeciye ve projeciye yardımcı olacak hidrofor sisteminin açıklanması, dalgıç pompalarda minimum depo hacminin hesaplanması ve pompa tip istasyon planları verilmiştir.

### 9.1 Hidrofor Sistemi

Tesislerin ve binaların su ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile tek ve çok pompalı olarak kurulan sistemlerdir (Şekil 9.1).

Hidrofor sisteminin kullanma yerleri :

a) İçme suyu temini
b) Bahçe sulama
c) Yangın sistemlerine su temini
d) Proses suyu temini
e) Villa, apartman ve sitelerde
f) Hastane, okul, işyerlerinde
g) Otel ve tatil köylerinde



*Şekil 9.1 Hidrofor sistemi*

#### 9.1.1 Kullanma Suyu Hidroforunun Debisinin Belirlenmesi (Q)

Gerekli debinin (su miktarının) bulunması için pratik hesaplama şekli aşağıdaki gibidir.

$$Q = \frac{D_s \cdot B \cdot Q_g \cdot K}{1000}$$

$Q$ : Hidrofor debisi ($m^3/h$)

$D_s$ : Daire sayısı (aile sayısı)

$B$ : Bir dairede oturan kişi sayısı (4 kişi) (Türkiye'de bir dairede genel olarak 4 kişi yaşadığı kabul edilebilir.)

$Q_g$ : Kişi başına günlük su sarfiyatı (litre/gün) (Türkiye'de ortalama olarak 150-200 litre/gün alınması önerilir. Bu değer yaşam standardına bağlı olarak değişir.)(Tablo 9.4)

$K$ : Eş zaman kullanım faktörü (bak. Tablo 9.1)

| Konut sayısı | Eş zaman kullanım faktörü (K) |
|---|---|
| 4 daireye kadar | 0,65 |
| 5-10 daire | 0,45 |
| 11-20 daire | 0,40 |
| 21-50 daire | 0,35 |
| 51-100 daire | 0,30 |
| 100 daireden fazla | 0,25 |

**Tablo 9.1**

Örneğin 22 daireli bir apartman için gerekli su miktarını (debiyi) pratik olarak şu şekilde hesaplarız:

$$Q = \frac{22 \cdot 4 \cdot 150 \cdot 0{,}35}{1000} = 4{,}62 \ \text{m}^3/\text{h}$$

Daire sayısı daha fazla örneğin 120 olan bir toplu konut için gerekli su miktarı

$$Q = \frac{120 \cdot 4 \cdot 150 \cdot 0{,}25}{1000} = 18 \ \text{m}^3/\text{h}$$

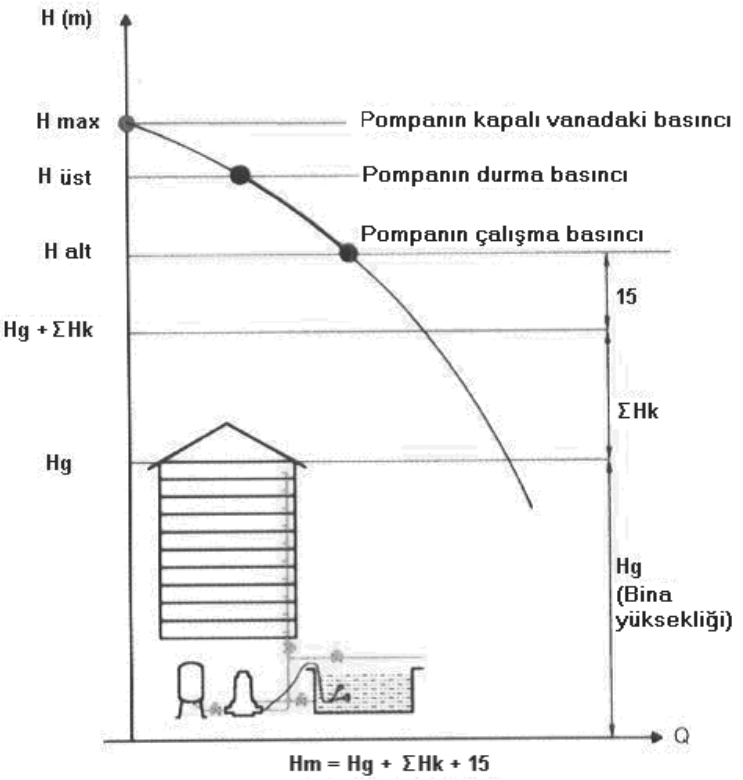
olarak bulunur. Bu değer ilk örnekten çok daha büyük bir değerdir. Sistem seçimi iki farklı biçimde yapılabilir.

1.Seçim: Pompaların her biri alt basınç ($H_{m\ alt}$) değerinde 18 $m^3$/h debi verebilen 2 adet pompadan oluşan sistem

2.Seçim: Pompaların her biri 9$m^3$/h debi verebilen 3 adet pompadan oluşan sistem (DIN 1988)

Her iki seçimde de birer adet pompa yedek olarak sistemde yer almaktadır.

### 9.1.2 Hidrofor Sisteminde, Hidrofor Basıncının ($H_m$) Hesaplanması




*Şekil 9.2 Hidrofor sisteminin basma yüksekliği*

Hidrofor basıncı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir:

$H_m = h_g + h_k + 15\ mSS + 7{,}5\ mSS + h_{özel}$

$H_m (H_{alt})$ : Toplam manometrik yükseklik (mSS), Alt basınç olarak adlandırılan pompanın çalışma basıncıdır.

$h_g$ = Katsayısı x 3m

$h_k$ = Tesisattaki basınç kayıplarının toplamı (mSS)

$h_k = H_g \cdot (0{,}20 - 0{,}25)$

Genel olarak bina yüksekliğinin %20-25 arasında bir değer olarak kabul edilir.

$15\ mSS$ = Akma basıncı

$7{,}5\ mSS$ = Su sayacının basınç kaybı (Tesisatta mevcut ise)

$h_{özel}$ = Şayet konutlarda özel cihazlar var ise bunlara ait basınç kayıplarıdır. (Su filtresi, jakuzi v.s. gibi)

Ayrıca

$H_{üst}$ (Bir hidroforun üst basıncı - durma basıncı) değerinin

$H_{üst} = H_{alt} + (10m)$

olarak alınması önerilir.

Bodrum kat dahil 10 katlı bir apartman için gerekli hidrofor basıncını hesaplayalım

Her dairenin girişinde bir su sayacı bulunmaktadır.

$H_m = 30 + (30 \cdot 0{,}25) + 15 + 7{,}5$

$H_{m\,alt} = 60$ mSS Pompanın çalışma basıncı – alt basınç

$H_{m\,üst} = H_{m\,alt} + 10\ m$

$H_{m\,üst} = 60 + 10 = 70$ mSS

değerleri elde edilir.

Ayrıca bir apartmanın hidroforunun seçiminde Tablo 9.2'de kullanılabilir.

### 9.1.3 Basınç Sınırlarının Belirlenmesi (Zonlama)

Kullanma suyu tesisatında statik su basıncının tesisatın hiçbir noktasında 50 mSS'yi geçmemelidir.Aksi halde Basınç Düşürücü kullanılmalı veya tesisatta Zonlamaya gidilmelidir (Şekil 9.3). Genel olarak 10 katı geçen yerleşim birimlerinde iki ayrı hidroforla zonlama yapılır. Bu durumda her bölge için ayrı hidrofor sistemi seçilmelidir (Şekil 9.3a)

Binada birden fazla basınç bölgesi varsa, tek bir hidrofor sistemi ile de besleme yapılabilir. Yalnız alt basınç bölgesi için bir "Basınç Düşürücü" monte edilmelidir(Şekil 9.3b). Basınç düşürücülü sistemin ilk yatırım maliyeti düşüktür ama enerji sarfiyatı yüksektir.

| Kat sayısı | Hidrodofor basıncı Hm (bar) | Daire sayısı | Debi Q ($m^3/h$) | Daire sayısı | Debi Q ($m^3/h$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,4 | 1 | 0,4 | 31 | 6,5 |
| 2 | 2,8 | 2 | 0,8 | 32 | 6,7 |
| 3 | 3,1 | 3 | 1,2 | 33 | 6,9 |
| 4 | 3,5 | 4 | 1,4 | 34 | 7,2 |
| 5 | 3,8 | 5 | 1,5 | 35 | 7,4 |
| 6 | 4,1 | 6 | 1,6 | 36 | 7,6 |
| 7 | 4,5 | 7 | 1,7 | 37 | 7,8 |
| 8 | 4,8 | 8 | 2 | 38 | 8 |
| 9 | 5,2 | 9 | 2,2 | 39 | 8,2 |
| 10 | 5,5 | 10 | 2,3 | 40 | 8,4 |
| 11 | 5,9 | 11 | 2,4 | 41 | 8,6 |
| 12 | 6,2 | 12 | 2,5 | 42 | 8,8 |
| 13 | 6,6 | 13 | 2,7 | 43 | 9 |
| 14 | 6,9 | 14 | 2,9 | 44 | 9,3 |
| 15 | 7,3 | 15 | 3,2 | 45 | 9,5 |
| 16 | 7,6 | 16 | 3,4 | 46 | 9,7 |
| 17 | 7,9 | 17 | 3,6 | 47 | 9,9 |
| 18 | 8,3 | 18 | 3,8 | 48 | 10,1 |
| 19 | 8,6 | 19 | 4 | 49 | 10,3 |
| 20 | 9 | 20 | 4,2 | 50 | 10,5 |
| 21 | 9,3 | 21 | 4,4 | 51 | 10,7 |
| 22 | 9,7 | 22 | 4,6 | 52 | 10,9 |
| 23 | 10 | 23 | 4,8 | 53 | 11,1 |
| 24 | 10,4 | 24 | 5 | 54 | 11,3 |
| 25 | 10,7 | 25 | 5,3 | 55 | 11,6 |
| 26 | 11,5 | 26 | 5,5 | 56 | 11,8 |
| 27 | 11,4 | 27 | 5,7 | 57 | 12 |
| 28 | 11,7 | 28 | 5,9 | 58 | 12,2 |
| 29 | 12,1 | 29 | 6,1 | 59 | 12,4 |
| 30 | 12,4 | 30 | 6,3 | 60 | 12,6 |

**Tablo 9.2 Kat ve daire sayısına göre pratik hidrofor seçimi**

Örnek olarak 15 katlı 60 daireli bir apartman için hidrofor seçimi yapalım:

10 katı geçen binalarda iki ayrı hidroforlarla zonlama yapılmalıdır. Buna göre ilk olarak apartman iki basınç bölgesine ayrılır.

1.Zon (Alt basınç bölgesi) = 1-8 kat .....  32 daire

2.Zon (Üst basınç bölgesi) = 9-15 kat .... 28 daire

**1.Zon**

Gerekli basıncın hesabı ($H_m$)

$$H_{m\,alt} = h_{geo} + h_k + 15m + 7{,}5\ \ m$$
$$H_{m\,alt} = (8 \cdot 3) + (24 \cdot 0{,}25) + 15 + 7{,}5\ \ m$$
$$H_{m\,alt} = 52{,}5\ \ m$$
$$H_{m\,üst} = 52{,}5 + 10$$
$$H_{m\,üst} = 62{,}5\ \ m$$

Gerekli Debinin Hesabı (Q)

$$Q = \frac{32 \cdot 4 \cdot 150 \cdot 0{,}35}{1000}$$
$$Q = 6{,}72 m^3 / h$$

1.Zon için gerekli pompanın özellikleri

$Q = 6{,}72\ \ m^3 / h$

$H_m = 52{,}5\ \ mSS$ olmalıdır.

**2.Zon**

Gerekli Basıncın Hesabı (Hm)

$$H_{m\,alt} = (15 \cdot 3) + (45 \cdot 0{,}25) + 15\ \ m + 7{,}5\ \ m$$
$$H_{m\,alt} = 78{,}75\ \ mSS - 78\ \ mSS$$
$$H_{m\,üst} = 78 + 10 = 88\ \ mSS$$
$$H_{m\,alt} = 78\ \ mSS$$

Gerekli Debinin Hesabı (Q)

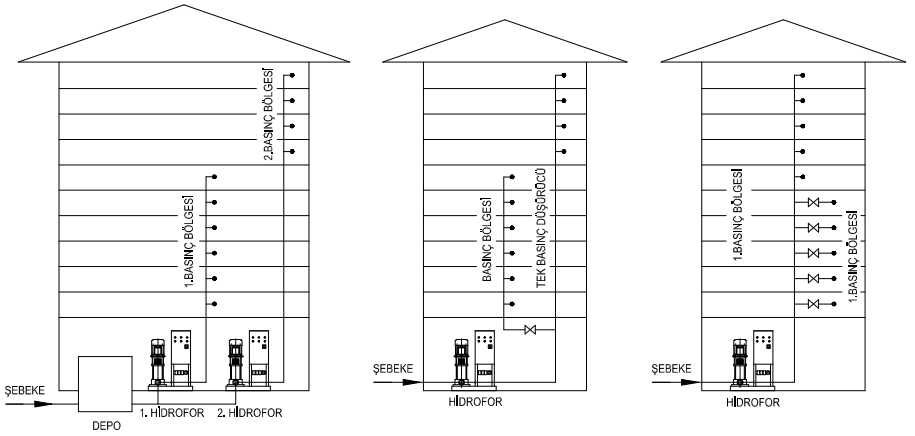
$$Q = \frac{28 \cdot 4 \cdot 150 \cdot 0{,}35}{1000}$$
$$Q = 5{,}88\ \text{m}^3/\text{h}$$

2.Zon için gerekli pompanın özellikleri

$H_m = 78$ mSS

$Q = 5{,}8$ m³/h olmalıdır.

**Not :** İlk iki katta basıncın 30 m (3 bar)'dan büyük olması nedeniyle, şofbenlerin sıcak su devrelerinde bir arızaya yol açmamak için basınç düşürücü konulması tavsiye olunur.




*(a)* *(b)* *(c)*

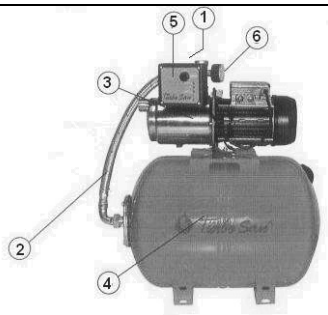
*Şekil 9.3 Basınç sınırlarının belirlenmesi (Zonlama)*

### 9.1.4 Hidrofor Sistemi Bağlantı Şeklinin Tesbiti

Bağlantı şeklinin belirlenmesinde ana kriter akışkanın (suyun) hızıdır. Akışkan hızının 1 – 3,5 m/sn arasında alınması tavsiye edilir. Akışkanın hızı bu değerler arasında seçilirse :

a) Tesisatta ses probleminin oluşması büyük oranda önlenmiş olur.
b) Su darbesini adı verilen aşırı basınç artışları meydana gelmeyebilir.
c) Boru çapı küçüldükçe kayıp artacak ve manometrik yükseklik büyüyecektir. Dolayısıyla pompa motoru da büyüyerek enerji giderimiz artacaktır. Tüm seçimler ve hesaplar optimum enerji sarfiyatı için düşünülmelidir.

Şekil 9.4'de Türbosan MAX ve MCK serisi pompaların hidrofor sistemine dönüştürülmüş hali görülmektedir.

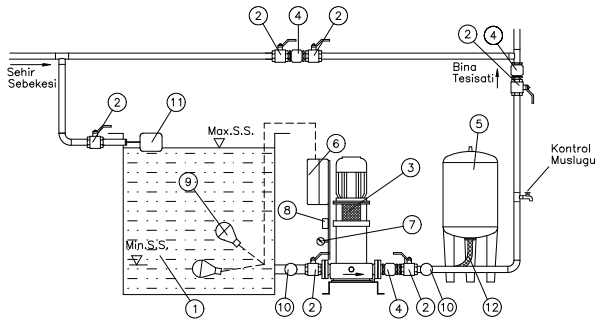



**MAX VE MCK Hidrofor setini oluşturan malzemeler:**

1-5 yollu bağlantı elemanı
2- Flexbıl hortum
3- Pompa
4- Tank (50 lt)
5- Basınç şalteri
6- Manometre

*Şekil 9.4 Türbosan MAX ve MCK serisi pompalı hidrofor sistemi*

Ayrıca Şekil 9.5'de örnek bir hidrofor tesisatı verilmektedir.




**Örnek hidrofor tesisatını oluşturan malzemeler:**

1-Su deposu
2- Küresel vana
3- Pompa
4- Çekvalf
5- Hava kazanı
6- Kumanda panosu
7- Basınç şalteri
8- Manometre
9- Flatör
10- Emme basma kollektörü
11-Seviye Flatörü
12-Esnek Hortum

*Şekil 9.5 Türbosan örnek hidrofor tesisatı*

### 9.1.5 Hidrofor sistemi için gerekli ekipmanlar

1- Pompa : 1, 2, 3 pompalı sistemler
2- Pano : Kontrol panosu hidroforun fonksiyonlarını düzenler ve susuz çalışmayı önleyici koruyucu otomasyon sistemi
3- Genleşme Tankı : Membranlı, koku yapmayan, tam hijyenik, basınç hattına yerleştirilir.
4- Şase : Tek parça ve kauçuk ayaklı (titreşimi sönümlemek için)
5- Vanalar : Emme ve basma hattına küresel vanalar
6- Çekvalf : Basma hattına geri tepmeyi önlemek için
7- Basınç Şalteri : Alt ve üst basınç değerleri için
8- Seviye Şalteri : Depodaki su seviyesi bittiğinde hidrofor otomatik olarak durdurmak veya tekrar devreye almak için
9- Pislik Tutucu :
10- Kollektör : Çok pompalı hidroforlarda, emiş ve basma hattını (tesisatı) hidrofora bağlayan borulama tesisatı
11- Kompansatör : Sistem için gerekli ise
12- Basınç Düşürücü Valfler ve Emniyet Ventilleri : Sistem için gerekli ise
13- Tek Pompalı Hidrofor : Bir adet çekvalf veya emiş klapesi ve pompanın çıkışında vanalı bağlantı parçası

### 9.1.6 Membranlı Genleşme Tankı (Deposu)

- Hidrofor sisteminde, uygun hacimde seçilmiş genleşme depoları kullanılmalıdır.
- Depoların membranları değiştirebilir ve su da koku yapmayan tam hijyenik özellikte olmalıdır.
- Depoların dış yüzeyi korozyona karşı dayanıklı ve epoxy elektrostatik fırın toz boya ile boyanmış olmalıdır.

- Depoların içine yeterli basınca sahip kompresörle kuru hava veya azot gazı basılmalıdır. Deponun basıncı, işletme basıncından (Halt) %10 daha düşük bir seviyede ayarlanmalıdır (işletme basıncı x 0,90)
- Depolar, hidroforun basınç kollektörüne veya tesisatın uygun bir yerine mutlaka bir vana ile ve tercihen fleksibel hortum ile bağlanmalıdır.
- Sistem ekonomisi ve kullanım ömrü açısından büyük hacimli depo kullanılması tavsiye edilmektedir. 300 lt'den küçük tanklar kullanılmamalıdır.
- Hidrofor sisteminde kullanılacak tankın hacmi (DIN 1988 B1.5) için aşağıdaki değerler genel olarak kullanılması önerilir. Ayrıca hesap metodu ile de hacim belirlenebilir.
- Tank hacmi büyüdükçe, hidroforun devreye giriş-çıkış sayısı azalır, motor-pompa ömrü uzar ve enerji sarfiyatı düşer.

| **Hidroforun maximum Debisi $Q_{max}$ ($m^3/h$) (Bir pompa debisi)** | **Membranlı deponun hacmi (lt)** |
|---|---|
| 1-3 | 50 |
| 4-6 | 150 |
| 6-10 | 200 |
| 10-14 | 300 |
| 15-20 | 500 |
| 20-30 | 750 |
| 30-50 | 1000 |

*Tablo 9.3 Genleşme tankının hacminin belirlenmesi*

- Genleşme deposunun ana kullanım amacı:
  1- Pompanın şalt sayısını sınırlamak,
  2- Tesisatta oluşabilecek basınç şoklarını sönümlemek,
  3- Kullanıma hazır basınçlı su depolamak,
- Membranlı deponun hacim hesabı :

$$V_d = 0.33 \cdot Q\max \frac{(H_{üst} + 1)}{(H_{üst} - H_{alt}) \cdot S}$$

$V_d$ = Genleşme deposunun hacmi ($m^3$)

$Q_{max}$ = Bir pompanın debisi

$S$ = Şalt sayısı, hidrofor sisteminin bir saatteki devreye girip çıkma sayısıdır. ve saatte yaklaşık 30 adet önerilebilir.

$H_{alt}$, $H_{üst}$ : Hidrofor basınçlarıdır (Bar), Basınç farkı 2 veya 3 bar alınabilir.

- Örnek :
-

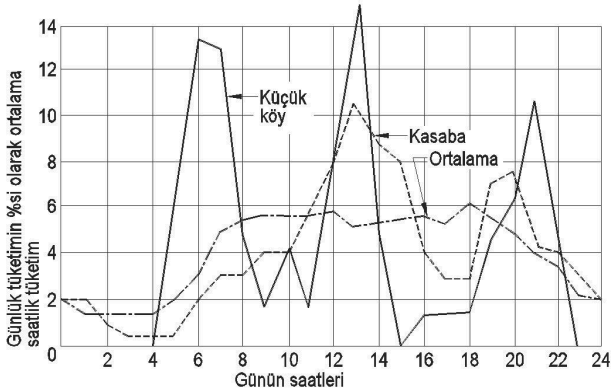
$$Q_{max} = 4 \ m^3/h \ , \ H_{üst} = 5 \ bar$$

$$Vd = 0{,}33 \cdot 4 \cdot \frac{(5+1)}{2 \cdot 30} = 0{,}132 \ m^3 = 132 \ litre$$

Sonuç olarak 150 litrelik tank seçilmelidir.

## 9.2 Tesislerin Su Kullanım Miktarları

Tesislerdeki çeşitli suların pompalanması için pompaya ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı belirlemek için öncelikle debi (su miktarı) nın hesaplanması gerekmektedir. Aşağıdaki bilgiler işletmelere bu konuda yardımcı olacaktır.




*Şekil 9.6 Saatlik su sarfiyatındaki dalgalanmalar*

| Faaliyet | Su Miktarı (Litre) |
|---|---|
| İçme, yemek pişirme, yıkanma günde | 20-30 |
| Çamaşır yıkama günde | 10-15 |
| W.C. bir yıkama (rezervuar) | 10-15 |
| Evdeki banyo | 150-200 |
| Evdeki duş | 50-70 |
| Bahçe sulama 1 m2 günde | 1,5-3,0 |
| Sebze bahçesi sulama m2 günde | 5-10 |
| Sığır, hayvan başına günde | 40-60 |
| Koyun – keçi hayvan başına, günde | 8-10 |
| Özel otomobil yıkama | 200-300 |
| Otobüs yıkama | 80-100 |
| Okullar, öğrenci başına günde | 5 |
| Kamplar, | |
| Her şahıs için yemek dahil | 100 |
| Hastane ve evler, şahıs başına günde | 100-650 |
| Oteller | |
| Tamgün kalan her şahıs için günde | 100-300 |
| Umumi Hamamlar | |
| Şahıs başına temizlik dahil | 300 |
| Türk hamamı | 700'e kadar |
| Umumi yüzme havuzları m3/günde | 500 |
| Kasabalar nufus başına günde | 60-80 |
| Şehirler 50.000 nüfusa kadar, nüfus başına günde | 80-120 |
| Şehirler 50.000'den büyük nüfuslu nüfus başına günde | 120-200 |
| Maksimum sarfiyat için yukarıdakinin 2 katı, saatlik sarfiyat için %15'i alınmalıdır. | |
| Yangın musluğu, saniyede | 5-10 |
| İş yerlerinde (Fabrikada) günlük su tüketimi | 40-60 / adam |

*Tablo 9.4 Çeşitli yaşam faaliyetlerinde bir insan başına düşen su tüketimi*

Armatür türleri için su tüketim değerleri Tablo 9.5 de verilmektedir.

| Armatür | Debi (lt/dak) |
|---|---|
| Lavabo | 10 |
| Küvet | 12 |
| Jakuzi | 20 |
| Duş | 12 |
| Rezervuarlı klozet | 7 |
| Çamaşır makinası | 12 |
| Bulaşık makinası | 8 |
| ½" musluk | 20 |

*Tablo 9.5 Armatür türleri için su tüketim miktarları*

Bir insanın, evin ve evin farklı yerlerinde tüketilen günlük su miktarları Tablo 9.6 da verilmiştir.

| | |
|---|---|
| Bir insanın günlük su tüketimi | : 190 lt |
| Bir evin yıllık su tüketimi | : 400 bin lt |

| | |
|---|---|
| Banyo için | : 115 lt |
| Bulaşık makine tüketimi | : 110 lt |
| Bulaşık elle yıkama | : 75 lt |
| Çamaşır makinesi | : 84 lt |
| Tuvalet | : 26 lt |
| Diş fırçalama | : 4 lt |
| İçme suyu | : 4-8 lt |

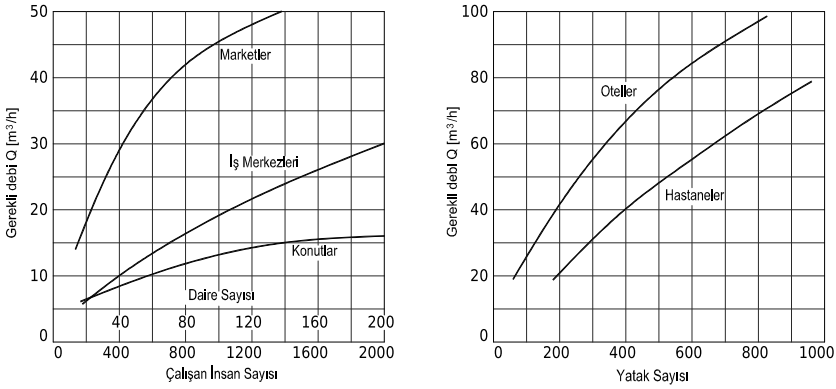
*Tablo 9.6 Ev ve bireye göre su tüketimi miktarları*

Farklı yaşam alanlarındaki bazı ortalama su tüketim değerleri Tablo 9.7 de verilmiştir.

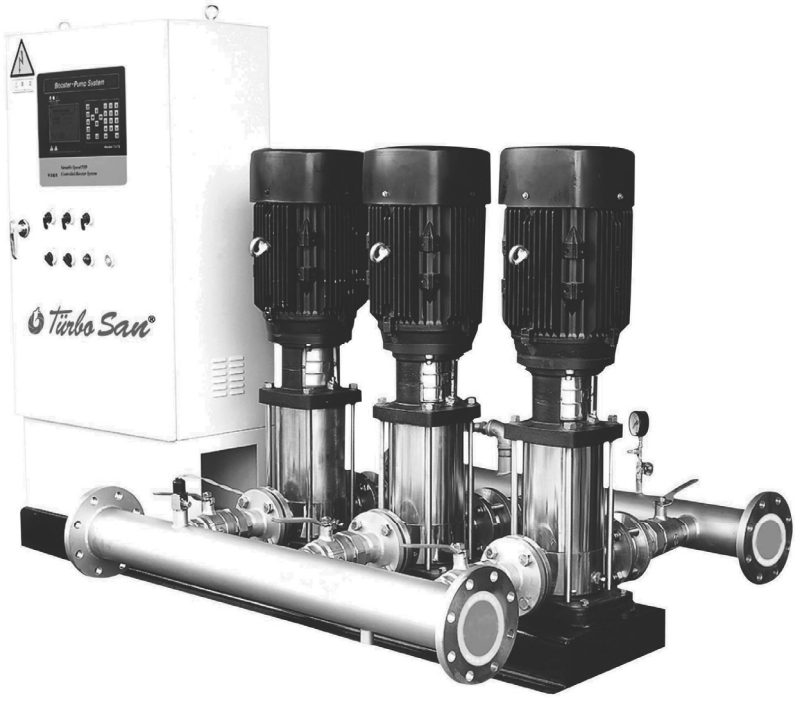
| | |
|---|---|
| Bürolar, İşyerleri | 40-60 litre / gün / adam |
| Oteller | 200-500 litre / gün / yatak |
| Hastaneler | 250-600 litre / gün / yatak |
| Okullar | 5-20 litre / gün / adam |
| Yatılı Okullar | 100-120 litre / gün / adam |
| Misafirhaneler | 100-120 litre / gün / adam |

*Tablo 9.7 Genel su tüketim miktarları*

Ayrıca iş merkezleri ve marketlerde çalışan insan sayısına göre, hastahanelerde ve otellerde yatak sayısına göre gerekli su miktarları Şekil 9.8 deki grafiklerden de hesaplanabilir.



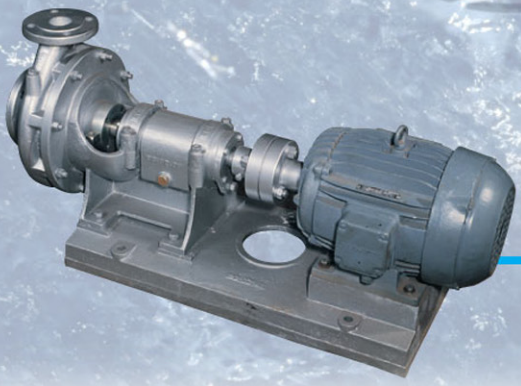

*Şekil 9.8 Su miktarı tespit çizelgesi*




*Şekil 9.9 Üç Pompalı Hidrofor Sistemi*

**KAT**
*Kademeli*
*Pompa*

**ÇAP** Tipi Kanalizasyon ve
Pissu Pompaları



**PROSES** Serisi Pompa

# BÖLÜM 10

## POMPA TESİSATLARININ TASARIM, İŞLETME VE BAKIMI

## A. NORM POMPALAR

### 10.1 Emniyet

Pompaların, besleme yapacakları sisteme bağlanması belirli esaslarla düzenlenmiştir. Pompanın bağlanacağı sistemin işletimi ile ilgili esaslar bu bölümdeki bilgilerin kapsamı dışındadır. Arızaların çıkmaması ve pahalı bakım masraflarının doğmaması için bu bölümdeki kurallara uyulması önemlidir.

### 10.2 İşletmeci İçin Güvenli Kullanım Kuralları

- Pompalarda sıcak veya soğuk parçaların neden olabileceği kaza olasılığına karşı, akışkan sıcaklığına göre önlem alınarak, emniyet sınırına indirilmelidir.
- Kaplin, kaplin muhafazası ile koruma altına alınmıştır.
- Pompa çalışırken dönen parçaları kesinlikle tutmayınız.
- İşletmecinin sadece pompayı Türbosan A.Ş.'den, diğer ekipmanları da başka yerden temin etmiş ise kaplin muhafazası gibi emniyet ekipmanlarından doğabilecek kaza risklerinde Türbosan A.Ş. sorumlu değildir.
- Dönen parçalar muhafaza altına alınmalıdır.
- Elektrik motoru soğutma fanı muhafaza içinde olmalıdır.
- Herhangi bir arıza halinde ortama su basmaması için gerekli tahliye ve drenaj tedbirleri alınmalıdır.
- Pompayı sadece sipariş işletme değerlerinde kullanın.
- Sıcak pompaya veya işletme koşullarında sıcak olması muhtemel yatak ve benzeri parçalara dokunmayın.
- Pompayı ani sıcaklık değişikliklerine maruz bırakmayın.
- Kullanılan akışkan için işletme değerlerinde açıklanan yoğunluk değerlerini geçmeyin.
- Pompaya emme vanasıyla ayar yapmayın.
- Pompayı kuru çalıştırmayın.

### 10.3 Pompa Arızalarının Önlenmesi

İyi bir montaj, pompa arızalarını önlediği gibi sizi aşırı bakım masraflarından da kurtarır. Arızaların büyük çoğunluğu montaj sırasında pompa ve çevirici motorun iyi eksenlenmemesinden ileri gelir. Pompa ve motor yataklarındaki arızalar, kaplinlerin kısa sürede aşınması hep eksenleme (kaplin ayarsızlığı, şase ankraj v.b) hatalarından kaynaklanır.

Arızaların çıkmaması ve dolayısı ile pahalı bakım masraflarının doğmaması için pompa yerine bağlanırken aşağıdaki önlemlerin alınması tavsiye edilir.

- Pompa ve tahrik motor ünitesi şase üzerine bağlandıktan sonra ayarları kontrol ediniz. Kama ve saç parçaları kullanarak seviye ayarı yapınız. Nakliye ve kullanma sırasında şasenin çarpılmasından dolayı ortaya açısal ve eksenel ayarsızlıkları düzeltiniz.
- Hassas ayarları tamamlanmadan şase içine beton harcını dökmeyiniz.

- Harç döküldükte ve ankraj sapmaları sıkıca tespit edildikten sonra ayarları tekrar kontrol ediniz.
- Pompanın emme basma boru bağlantıları yapıldıktan sonra ayarları kontrol ediniz.
- Pompa normal işletme şartlarındaki sıvı sıcaklığında çalıştırıldıktan sonra ayarları yine kontrol ediniz.
- Yukarıda sıralanan kontroller sırasında karşılaşacağınız her ayarsızlığı kesin olarak düzeltiniz.
- Yatak yağı, salmastra, kaplin ayarı, şase ayarı, elektrik bağlantıları gibi temel elemanların kontrolünü yapınız.

## 10.4 Depolama Ve Taşıma

- Pompanın içi bastığı sıvıdan tamamen temizlenmelidir.
- İş güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
- Yük taşınırken askıda (havada) asla bırakılmamalı ve yeterli araçlarla yapılmalıdır.
- Yük makul ölçü ve ağırlıkta parçalar halinde taşınmalı.
- Pompaların boyutları ve ağırlıkları kataloglarda verilmiştir.
- Pompa üzerinde yer alan flanş delikleri ve civataları yük taşıma amacıyla kullanılmalıdır.
- Pompa dökümanları yanlarında bulunmalıdır.

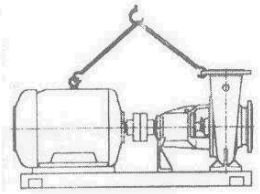
### 10.4.1 Ambalajın Açılması

- Ambalajın veya ürünün nakliye sırasında zarar görüp görmediğini kontrol ediniz. Nakliye sırasında herhangi bir hasar olmuş ise nakliye firmasına, sigorta firmasına ve Türbosan'a bildiriniz. Hasarlı pompanın mutlaka çeşitli açılardan fotoğrafını çekiniz. Kurumlara tanım için gereklidir.
- Ambalajlanmış pompa ve varsa ilgili ekipmanları kontrol ederek çıkartınız. Sevk irsaliyesindeki malzemelerin eksiksiz gönderilip gönderilmediğini kontrol ediniz. Eksik malzeme varsa Türbosan'a bildiriniz.
- Ambalaj mutlaka yetkili ve ürünü tanıyabilen personele açtırılmalıdır.

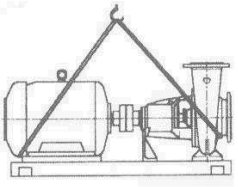
### 10.4.2 Taşıma

- Pompayı taşırken iş kazalarına neden olmamak için İşyeri Güvenliği ve Emniyeti krurallarına kesinlikle uyunuz. Gerekli güvenlik tedbirlerini almadan taşıma yapmayınız.
- Taşıma yapan personel baret (kask), eldiven, sert uçlu ayakkabı gibi güvenlik ekipmanı kullanmalıdır.
- Taşıma, depolama mutlaka en az iki kişi ile yapılmalıdır.
- Taşıma için pompa ağırlığına uygun araçlar kullanılmalıdır. Taşımadan önce pompanın veya motopompun ağırlığı, dış boyutu, kaldırma noktaları ve ağırlık merkezi dikkatlice kontrol edilmelidir.
- Pompanın veya motopompun gireceği kapı veya bölmenin boyutlarının uygun olup olmadığını taşımadan önce kontrol ediniz.
- Pompa veya motopomp (pompa+motor+şase+kaplin) daima yatay konumda kaldırılmalı ve taşınmalıdır. Aşağıdaki şekillere bakınız.
- Taşınan ve kaldırılan yük uzun süre askıda kaldırılmış olarak tutulamalıdır.
- Taşıma ve kaldırma sırasında hızlandırma ve frenleme gibi işlemler çalışan personele zarar verecek şekilde yapılmamalıdır.

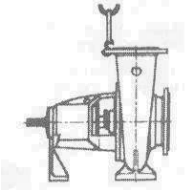
- Pompa veya motopomp aşağıda belirtilen şekillerin dışında kaldırma ve taşıma yapılmamalıdır.



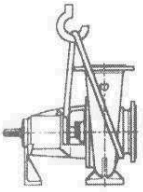
**YANLIŞ**



**DOĞRU**

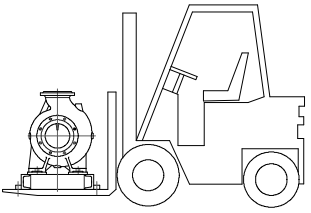


**YANLIŞ**



**DOĞRU**

*Şekil 10.1. Vinç yardımı ile taşıma.*



*Şekil 10.2. Palet üstünde sevk edilen motopompun forklift ile taşınması*

### 10.4.3 Depolama

- Pompanın hemen kullanımı gerekmiyorsa, kuru ve sarsıntısız kapalı sahada depolanmalıdır. Açık alanda depolamak gerektiği zaman pompa muhafaza altına alınmalı ve dış etkilerden kapatılarak korunmalıdır.
- Depolama süresince pompanın içerisine yabancı maddeler girmesi emme ve basma ağızları kapalı bırakılarak engellenmeli.
- Yumuşak salmastralı pompanın 3 aydan fazla bekletilmiş ise, salmastra çalıştırmadan önce kontrol edilmelidir. Salmastrada sertleşme veya bozulma var ise yenisi ile değiştirilmelidir.
- Pompanın mekanik salmastralı olması ve uzun süre (3 aydan fazla) beklemesi halinde mekanik salmastra yüzeyleri basınç altında olduğundan noktasal kaynaklar oluşmaması ve sızdırmazlık yüzeyinin bozulmaması için pompa mili haftada bir kez 2  3 tur elle çevrilmelidir.
- Uzun beklemelerden sonra yatak yağlarını kontrol etmeden pompayı asla çalıştırmayın (ilgili maddelere bakınız).

- Don tehlikesine karşı pompanın içinde su bırakmayınız.
- Pompa taşıma pozisyonuna uygun alınabilecek şekilde muhafaza edilmelidir. Kesinlikle çekiştirerek veya iterek hareket ettirilmemelidir.
- Pompa zarar görebileceği atmosferik ve kimyasal ortamlarda muhafaza edilmemelidir.
- Pompanın veya motopompun üzerine asla yük koymayınız.

## 10.5 Pompa Temeli ve Şase

İmalatı tamamlanmış pompa, tesisata uygun olarak yerleştirilip, bağlantısı yapıldığı takdirde, yıllarca mükemmel bir şekilde sorunsuz olarak hizmet verecektir. Pompa kaidesi de şaseye rijit destek sağlayacak ağırlıkta olmalı ve hizmet boyunca normal gerilmeleri ve darbeleri absorbe edebilmelidir. Zemine oturtulmuş beton bir kaide en uygun olanıdır. Pompayı bina içine veya çelik yapı üzerine yerleştirmek gerekiyorsa en uygun yerler kriş üstü veya mümkün olduğu kadar ana kolonların veya duvarların yakınıdır. Ahşap ve desteksiz tabanlar ekseriye bel verir ve pompa şasenin çarpılıp ayarlarının bozulmasına neden olur.

Pompa şasesi konusuna gelince, ticari bir söyleyişle "TAM ANLAMI İLE RİJİD BİR ŞASE YOKTUR." Pompanın ve çevirici motorun ağırlığı ve bu yükün şase üzerinde dağılımı sebebiyle **bütün şaseler nakliye ve kullanım sırasında bir miktar şekil değiştirirler.** O halde, pompa ve çevirici motorun ayarları, fabrikada ne kadar mükemmel yapılırsa yapılsın, **montaj yerinde yeniden ayar yapmak şarttır (**Şekil 10.3).

Pompaya bağlanacak olan emme ve basma borularındaki kasılmalar yatak gövdesinde çarpılmalara yol açar. Bunun sonucunda mil sürtünmeleri ve aşınmalar artar, hatta mil kırılabilir. Bundan dolayı boruların uygun desteklerle takviye edilmesi ve pompa bağlantılarında kasılmaların önlenmesi gerekir.

Harç şasenin altına, daima boru bağlantıları yapılmadan önce konulmalıdır. **Boru bağlantıları pompadan başlayarak yapılmalı ve asla tersi yapılmamalıdır.**

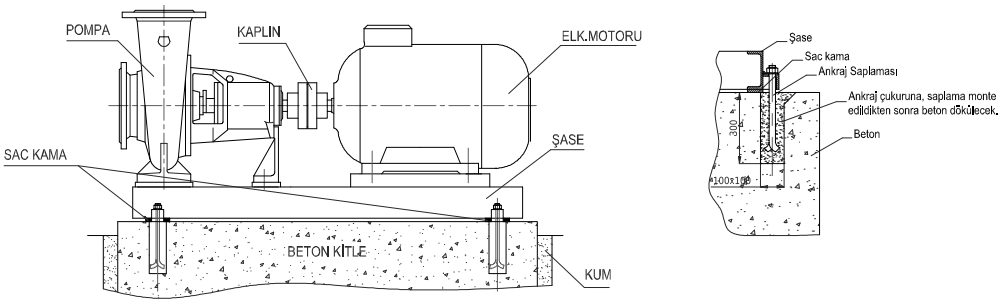
Yatakların istenmeyen yüklere maruz kalmaması için pompanın yatay yerleştirilmiş olmasına dikkat etmek gerekir. Küçük bir su terazisi yardımı ile emme ve basma flanşlarının yatay ve düşey konumları kontrol edilerek pompanın yataylığı kolaylıkla sağlanabilir. Bu durum, özellikle sıvı yağ kullanılan pompalarda yatakların eşit olarak yağlanabilmesi için önemlidir.

### 10.5.1 Motopomp Şase Gurubunun Montajı

#### 10.5.1.1 Ankraj saplaması ile zemine bağlama:

a) Motopomp, temel beton üzerinde açılmış olan ankraj saplama yuvalarını ortalayacak şekilde terazisinde yerleştirilir.
b) Temel beton yüzeyi düzgün olmadığı için pompanın terazileme işlemi dikkatle yapılmalıdır.
c) Ankraj saplamaları şase kulaklarından geçirilerek, yuvasına dikkatle yerleştirilir.
d) Motopompu temel beton üzerine yerleştiriniz. Pompanın basma flanşı üzerine su terazisi koyarak pompanın yataylığını kontrol ediniz. Yataylık bozuk ise şasenin altına sac kamalar koyarak motopompun tam yatay duruma (terazisine) gelmesini sağlayınız.
e) Şase ankraj saplamalarını beton temeldeki yuvalara gelecek şekilde şase kulaklarından geçirilir. Somunları takılır.
f) Ankraj saplama yuvaları beton harcı ile doldurulur.
g) Şase ankraj saplamalarını karşılıklı hafifçe sıkınız.

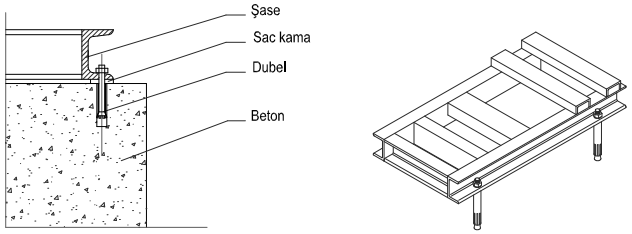
h) Kaplin ayarını bu konumda kontrol ediniz.
i) Şasenin içine beton dökünüz. Dökülen betonun (harç) temel şase betonu ile birleşmesine dikkat ediniz.
j) Betonun donmasını en az üç gün bekleyiniz.
k) Ankraj saplamalarını karşılıklı sıkınız.
l) Kaplin ayarını tekrar kontrol ediniz. Ayarsızlık var ise kaplin ayarını tekrar yapınız.
m) Ayrıca pompanın emme ve basma flanş bağlantılarını kontrol ediniz. Kasıntı olmamalıdır.
n) Motor kablo bağlantılarını kontrol ediniz.
o) Kaplin ayarından sonra kaplin muhafazasını yerine bağlayınız.




*Şekil 10.3 Temel beton üzerinde şasenin teraziye getirilmesi ve ankraj saplamasının montaj detayı*

### 10.5.1.2. Dubelle zemine bağlama:

a) Motopomp şaseli olarak temel beton veya oturtulacağı zemin üstüne dikkatle yerleştirilir.
b) Şase bağlantı delikleri temel betona markalanır. Motopomp geri çekilir.
c) Dubelin konacağı yer olan markalanmış yerler dikkatle standartlara uygun olarak delinir.
d) Dubeller delinmiş yerlere dikkatle yerleştirilir.
e) 5.1.1.c maddesindekn itibaren tanımlanan tüm işlemler burada da sıra ile yapılır.




*Şekil 10.4 Şasenin zemine dubelle bağlantı detayı*

f) Şase ankraj saplamalarını karşılıklı hafifçe sıkınız.
g) Kaplin ayarını bu konumda kontrol ediniz. Ayarsızlık var ise kaplin ayarını yapınız.
h) Şasenin içine beton dökünüz. Dökülen betonun (harç) temel şase betonu ile birleşmesine dikkat ediniz.
i) Betonun donmasını en az üç gün bekleyiniz.

j) Ankraj saplamalarını karşılıklı sıkınız.
k) Kaplin ayarını tekrar kontrol ediniz. Ayarsızlık var ise kaplin ayarını tekrar yapınız.
l) Ayrıca pompanın emme ve basma flanş bağlantılarını kontrol ediniz. Kasıntı ve çekme oluşmamalıdır.
m) Motor kablo bağlantılarını kontrol ediniz. Hatalı bağlanmamalıdır.
n) Kaplin ayarından sonra kaplin muhafazasını yerine bağlayınız.

## 10.6 Kaplin Ayarı

* Pompa ve motor grubunun sorunsuz çalışmasında en önemli etken kaplin ayarını doğru yapılmasıdır. Titreşim, gürültü, yatak ısınması, aşırı yüklenme gibi bir çok sorunun temel nedeni ayarsız veya kötü ayarlanmış bir kaplindir. Bu nedenle kaplin ayarı çok iyi yapılmalı ve sık sık kontrol edilmelidir.

* Elastik kaplin asla kötü bir ayarlamayı düzelten bir eleman olarak düşünülmemelidir. **Elastik kaplin pompa ve motor arasındaki kötü bir eksenel ayarı düzeltmez ve aşırı ayarsızlığı gidermez.**

* "**Kaplin ayarı"** motor ve pompa dönme eksenlerinin aynı doğru üzerinde olmasının sağlanmasıdır. Pompa, motor ve şaseli sipariş edilmiş ise kaplin ayarları fabrikamızda yapılmış olarak sevk edilir. Ancak nakliye, taşıma, yerine montaj ve tesisat yapımı sırasında bu ayar kolaylıkla bozulabilir. Bu nedenle, fabrikada yapılmış ayara bakmaksızın pompa ve motorun yerine montajından sonra **kaplin ayarını kesinlikle yeniden yapmak şarttır.**

a) Kaplin ayarını yapabilmek için en basit yöntem olarak iki adet düzgün kenarlı metal parçası (çelik cetvel, mastar, vb.) ve hassas bir kumpas gereklidir (Şekil 10.6 b).
b) Elektronik kaplin ayar cihazı mevcut ise o cihazla doğrulama kontrolü yapınız. Komparatörlede Şekil 10.6 a'da gösterildiği gibi kaplin ayarı yapılır.

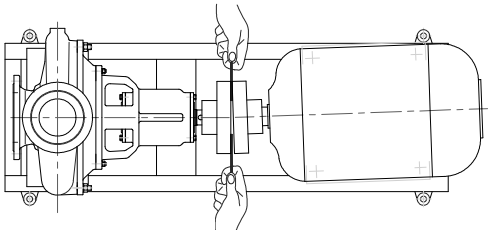
### 10.6.1 Kaplin Ayarının Yapılması

a) Açısal ayar

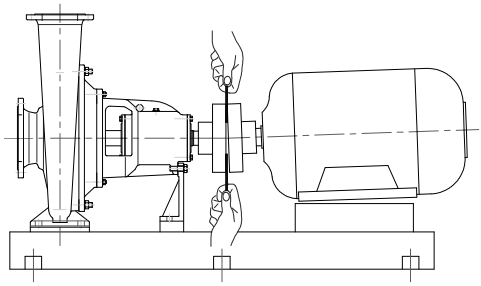
b) Paralellik ayarı

a) Açısal ayarı kontrol etmek için kaplinin iki parçası arasındaki mesafe yatay ve düşey düzlemde karşılıklı olarak ölçülür. Bu dört noktada ölçülen aralıklar eşit olmalıdır (Şekil 10.5 a-b).

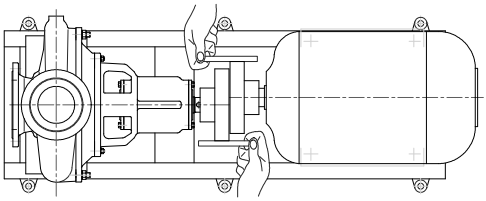
b) Paralellik ayarını kontrol etmek için düzgün kenarlı bir mastar kaplinin bir parçası üzerine eksene paralel olarak bastırılır ve mastarın diğer parçaya göre durumuna bakılır. Mastar her iki parçayada aynı anda ve tüm kenarları ile temas etmelidir. Bu işlem yatay ve düşey düzlemde karşılıklı iki yerde yapılmalıdır (Şekil 10.5 c-d).



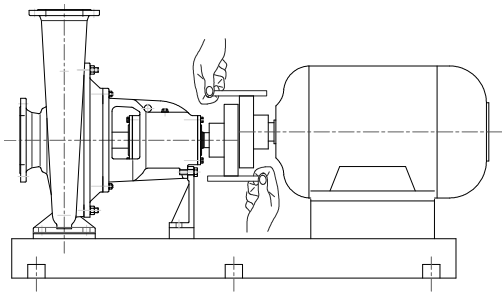
*(a) Yatay düzlemde açısal hata düzeltilmesi*



*.(b) Düşey düzlemde açısal hata düzeltilmesi*

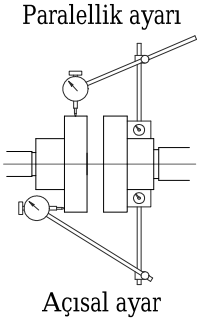


*(c) Yatay düzlemde paralel kayma hatası düzeltilmesi*

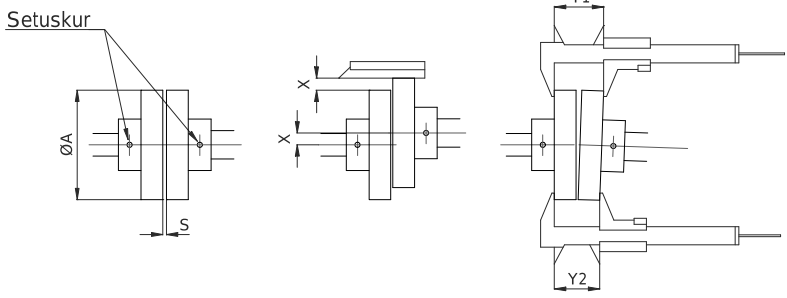


*(d) Düşey düzlemde paralel kayma hatası düzeltilmesi*

*Şekil 10.5 Kaplin ayarında açısal hatanın ve paralel kayma hatasının düzeltilmesi*




(a) Kaplin ayarının komparatörle kontrolu




(b) Kaplin ayarı

*Şekil 10.6 Kaplin ayarı*

Tavsiye edilen kaplin ayar ölçüleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

| KAPLİN (ØA mm) | BOŞLUK (S mm) | PARALEL (X mm) | AÇISAL (Y mm) |
|---|---|---|---|
| 125-140 | 3-4 | 0,15 | 0,15 |
| 160-180 | 3-4 | 0,15 | 0,15 |
| 200-250 | 3-4 | 0,20 | 0,20 |
| 280-315 | 3-5 | 0,20 | 0,20 |
| 400 | 3-5 | 0,25 | 0,25 |

### 10.6.2 Ayar Hatalarını Düzeltme

Ayar hataları yatay ve/veya düşey düzlemde olabilir. Düşey düzlemdeki hatalar pompa veya motor ayaklarının altına ince saç parçaları koyarak, yatay düzlemdeki hatalar ise bağlantı deliklerindeki boşluklardan yararlanarak pompa veya motoru yatay düzlemde kaydırarak yapılır.

- Kaplin boyutuna bağlı olmak kaydıyla iki parça arasındaki uzaklık 2-6 mm olmalıdır.
- Kaplinler, kapalı bir kaplin muhafazası ile koruma altına alınmalıdır.
- Yapılan herhangi bir değişiklikten sonra bütün ayarlar tekrar kontrol edilmelidir. Zira bir doğrultuda yapılan ayar sonucu diğer bir doğrultudaki ayarı bozabilir.
- Pompa ve motor mil uçları birbirine kesinlikle değmemelidir. Kaplinin ayarı düzgün kenarlı cetvel ve kumpas yardımı ile şekilde (10.6) görüldüğü gibi de yapılır.

## 10.7 Tesisatın Tasarımı

### 10.7.1 Boru Hattı ve Dikkat Edilecek Hususlar

- Akış yönüne dikkat edilmelidir.
- Basma yüksekliği, boru hattının tasarım debisindeki sürtünme ve yersel kayıplarını karşılayabilmelidir.
- Boru bağlantıları herhangi bir gerilmeye maruz kalmayacak şekilde pompaya yakın noktada desteklenmelidir.
- Sıcaklık etkisiyle oluşabilecek gerilmeleri ortadan kaldırmak üzere önlemler alınmalı ve kompansatör vb. elemanlar kullanılmalıdır.
- Ani kesit değişimleri ve doğrultu sapmalarından kaçınılmalıdır.
- Bağlantı parçalarındaki eksenel kaçıklıklar önlenmelidir.
- Tesisin maksimum emme yüksekliği hesabı yapılmalıdır.
- Genellikle akış hızları emme borusunda 2 m/sn ve basma borusunda 3,5 m/sn değerini geçmemelidir.
- Tesisat içinde herhangi bir hava cebi oluşumuna kesinlikle olanak tanınmalıdır. Eksenel kaçıklıkta olan bağlantı parçalarının ve benzeri aykırı yüzeylerini yol açabileceği düzensiz emme şartlarından kaçınılmalıdır.
- Pompaya boru hattının yükünü ve ön gerilmeleri taşıtmayınız.

### 10.7.2 Debi Ayarı

Boru hattından istenen debinin geçmesi için pompa çıkışına konulan bir vana ile ayar yapılabilir. Bu ayar sırasında su darbelerinden kaçınılmalı, vanalara ani pozisyon değişikliği yapılarak, basınç değişiklikleri yaratılmamalıdır.

### 10.7.3 Kaçaklar

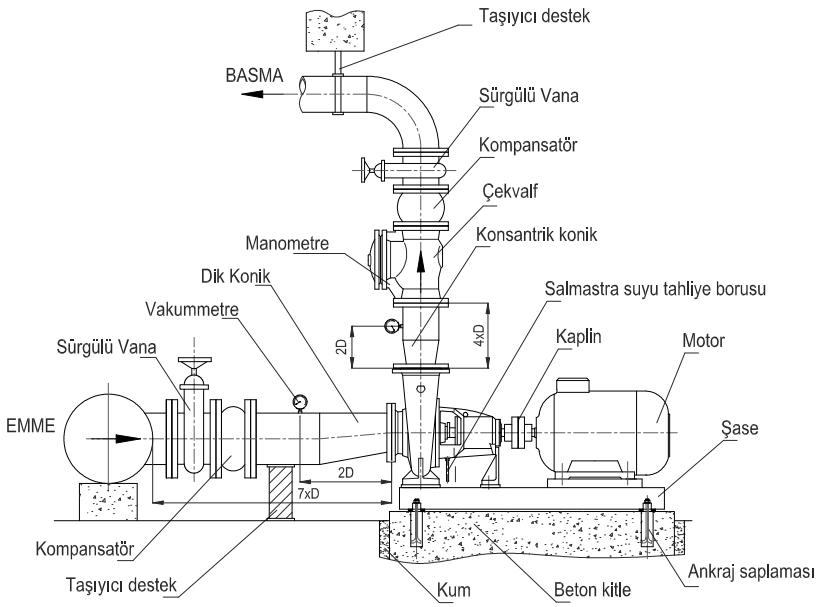
Kaçakların giderilmesi için standart sızdırmazlık elemanları kullanılmalıdır. Flanş contaları uygun malzemede ve boyutta olmalıdır. Contalar akışı bozmamalıdır.

### 10.7.4 Basıncın Denetimi

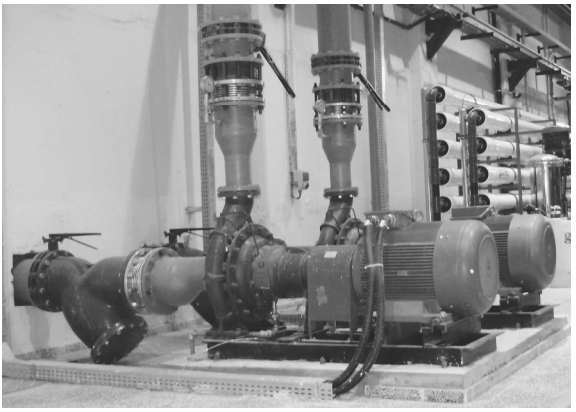
Basıncın uygun değerler arasında bulunduğunu denetlemek için pompa girişi ve çıkışında basınç ölçerler kullanılarak basınç değerleri okunmalıdır. Şekil 10.5.b.'de gösterilen yerlere bağlanmalıdır.

### 10.7.5 Basma Borusu

Debi ve basma yüksekliğini ayarlamak için basma borusuna, mümkün olduğunca pompaya yakın (4xD) bir kontrol vanası bağlanmalıdır. Basma hattındaki ters akışı önlemek için basma borusu üzerine pompa ile kontrol vanasının arasına çek valf bağlanmalıdır. Çek valfi montajında, çekvalfin klapesi vananın klapesine veya tesisata bağlı bir ekipmana iç kısımda çarpmadığını kontrol edilmelidir. Tesisin su darbesi hesabı yapılmalı ve su darbesine karşı gerekli tedbir alınmalıdır. Pompa su darbesini asla karşılayamaz.




*Şekil 10.7. Tip Emme ve Basma Hattı Montaj Şekli*



*Şekil 10.8.Emme ve Basma Hattı Montaj Uygulaması*

## 10.8 Emme Borusundan Kaynaklanan Sorunlar

### 10.8.1 Pompalarda Emme Olayının Önemi

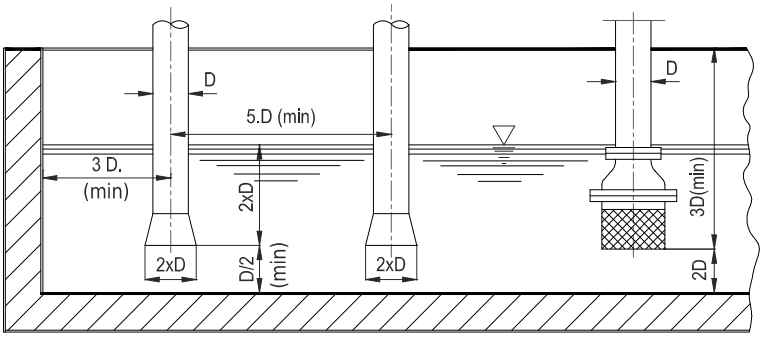
Bir çok durumda, santrifüj pompalar işlevlerini uygun şekilde yerine getirmezler. Bunun sebebi pompaya aşağıda sıralanan sebeplerle hava girmesidir :

1- Emme borusu çapı çok küçüktür.
2- Emme borusu yeterli miktarda suyun altına dalmamıştır.
3- Yukarıdaki iki şart birlikte vardır.
4- Emme borusu çok uzun, çok ekipmanlı ve düzensiz olabilir.

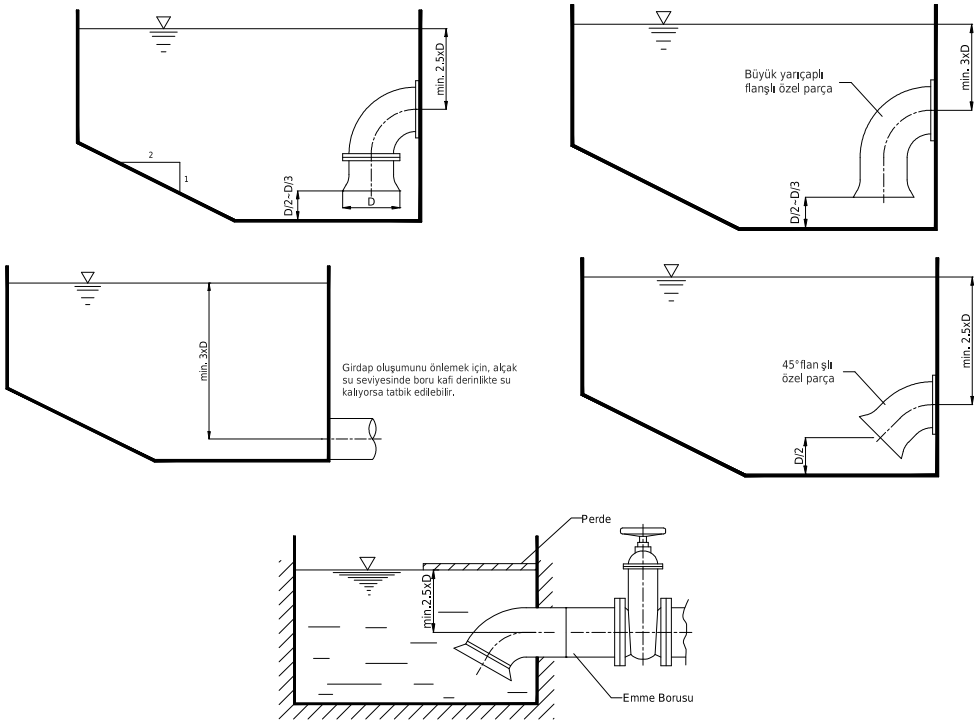
Emme borusuna girişte hız çok büyük ise bir vorteks oluşur ve bu vorteksin taşıdığı hava pompaya girer. Pompa sesli ve aşırı titreşimli çalışır ve kısa sürede çark ve suya temas eden parçalar aşınabilir veya mil kırılabilir veya başka arızalar çıkabilir. Pompaya giren hava miktarı çok fazla olursa pompa kuru çalışmaya başlar ve sıkışma meydana gelebilir.

Santrifüj pompalar emmeli sistemdeki emme borusundaki havaya direkt atamazlar. Sistemde ya vakun pompası kullanılmalı ya da emme boru ucuna uygun çapta dip klapesi monte edilmelidir.

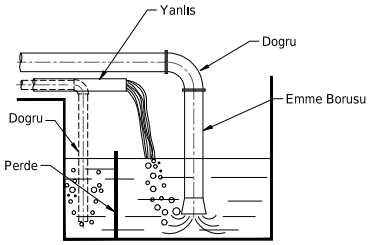
Bu çeşit zorluklar emme borusunun çapını yeterince büyük seçerek ve uygun montaj formunda monre esilerek önlenebilir. Düşük hız ve yeterli dalma derinliği bu tip havalı çalışma problemlerini önlemek için garantidir. (Şekil 10.9) İlave olarak çana istavrozda konabilir.



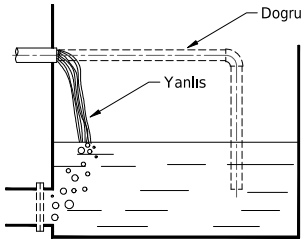

*Şekil 10.9. Emme borunun emme ağzının depo içindeki konumu*



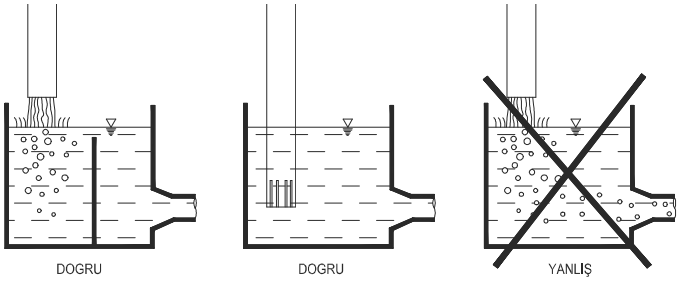

*Şekil 10.10 Depodan emme biçimleri*



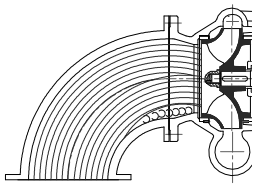

*Şekil 10.11 Emme ve basma boru giriş ve çıkış ağızlarının emme deposundaki bağıl konumları*

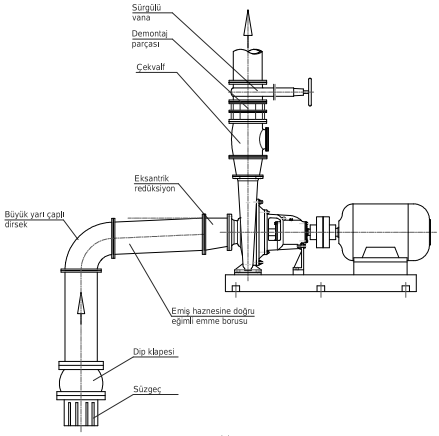



*Şekil 10.12 Boşalma borusunun emme borusundaki konumu*

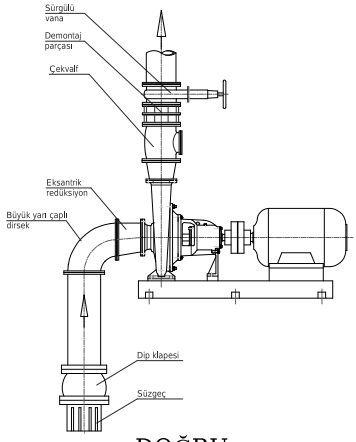



*Şekil 10.13 Emme deposuna perde konulması*

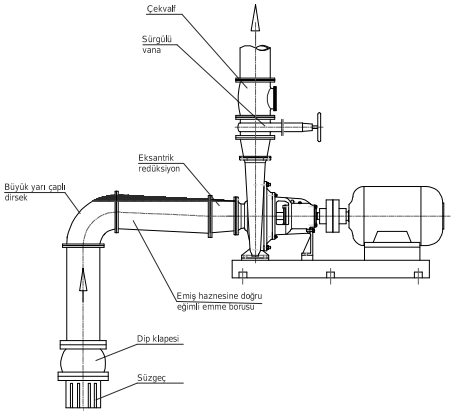




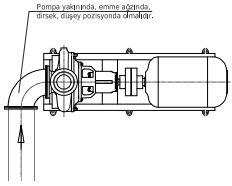

DOĞRU



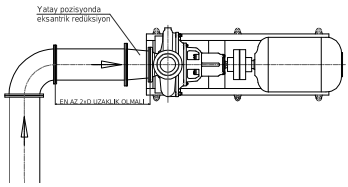

DOĞRU




YANLIŞ




YANLIŞ




İZİN VERİLEBİLİR

*Şekil 10.14 Emme hattı düzenlemeleri*

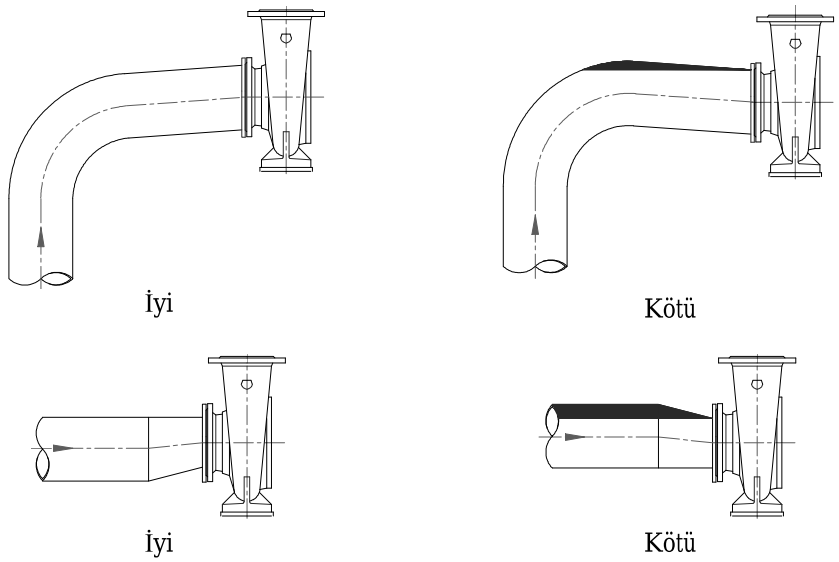
### 10.8.2 Emme Borusu Çapının Önemi

Emme borusu pompaya dik konikle bağlanmalıdır. Emme borusundaki sürtme kayıpları çok fazla ise pompa yalnızca fazladan iş yapmaz aynı zamanda kavitasyona da maruz kalabilir ve hatta sıvı basamaz.

Sürtünme kayıplarını arttıran elverişsiz hız dağılımı, ekseri hava veya buhar ayrışmasının sonucudur. Dirsek ve T şeklindeki birleşmeler pompa emme ağzına yakınsa durum daha da karışır. Düzgün dağılmayan akış veya buhar ayrışması sıvının çarkı düzenli olarak beslemesini önler. Bu durum hidrolik dengeyi bozar, titreşime, muhtemelen kavitasyona ve aşırı mil eğilmelerine yol açar. Sonuçta mil kırılabilir ve rulman vaktinden önce arızalanabilir.

Emme şartları fevkalade iyi olmadıkça kısa ve düz emme borusunda hızlar 2,5 m/s değerini aşmamalıdır. Emme boruları uzun ve boru bağlantı elemanları ihtiva ediyorsa hızlar 1,5 ila 1,8 m/s değerlerinde kalmalıdır. Emmedeki dirsekler, önlemler alınmazsa, sorunlara yol açabilir. Pompanın emme flanşına dirsek bağlamak gerekiyorsa bu muhakkak DÜŞEY pozisyonda olmalıdır. Yerin sınırlı olması veya başka sebeplerden dolayı dirseğin düşeyden farklı bir şekilde bağlanması gerekiyorsa pompa flanşı ile dirsek arasında en az iki çap uzunluğunda düzbir boru olmalıdır.

Emme borusunda pompadan önce bahsedilen şekilde düz bir boru yoksa, santrifüj kuvvet etkisi ile, sıvı dirseğin dışına doğru yığılır. Böyle bir dengesizlik pompanın gürültülü ve yetersiz çalışmasına yol açar (Şekil 10.15).




*Şekil 10.15 Tip Emme Boru Montaj Şekli*

### 10.8.3 Pompanın Havalı Çalışması

Santrifüj pompaların hiçbir surette **sıvı** ve **gaz** karışımı ile çalışmasına izin verilmemelidir. Eğer bu şekilde çalıştırılırsa ciddi mekanik problemler doğar, pompa verimsiz çalışır ve ömrü kısalır. Basılan sıvı içinde çok az miktarda havanın bulunması bile debide ve dolayısıyla

verimde önemli azalmalara neden olur. Sıvı içinde %2 oranındaki serbest hava debiyi %10, %4 serbest hava ise debiyi %43 oranında azaltır.

Verimdeki bu önemli azalma ve boşa harcanan güce ek olarak pompa da titreşimli ve gürültülü çalışır. Köpüklü hava, sık rastlanılan mil kırılmasının ve çark delinmesinin en önemli sebeplerinden biridir. Ayrıca, sıvı içindeki hava, pompanın ilk emmesini zorlaştırır ve korozyonu büyük ölçüde hızlandırır.

Basılan sıvı içine, hava girmesi olayı genellikle emme borusundaki deliklerden ve salmastraların uygun yerleştirilmemiş olmasından ileri gelebilir.

Bunları düzeltmek için büyük gayretler sarfedilir. Halbuki bir üçüncü ve çok rastlanılan hava girmesi olayı ise ihmal edilir. Bu ise, pompanın emmesine çok yakın bir bölgedeki sıvı serbest yüzeyine boşalmamalıdır (Şekil 10.11).

Dip klapesinin tam üstüne boşalan sıvı, emme borusuna hava taşıyabilir. Bunun sonucunda, pompa emme yeteneğini kaybeder ve kuru çalışmaya başlar ki bu da sıkışmaya sebep olabilir. (Şekil 10.11) de gösterilen emme şeklinde havanın etkisi ihmal edilebilir görünse de, oluşan su akımları ve gözle görülemeyen girdaplar önemli miktarda havayı pompa içine sürükleyebilir. Emme deposu olarak kullanılan bir hazne içine serbest boşalma, sakınılması gereken bir durumdur. Özellikle basınç altında suya dalmış ve düşey olarak çalışan ve ucunda orifis bulunan bir boşalma borusu çok daha uygundur (Şekil 10.12). Eğer geri dönen sıvı çok miktarda hava taşıyorsa veya kollektör çok küçük ise, (Şekil 10.13) de görüldüğü gibi delikli bölme (perde) kullanmak gerekir. Böylece pompaya girmeden önce havanın sudan ayrışması sağlanır.

## 10.9 Pompanın Montajı ve Sökülmesi

### 10.9.1 Pompanın Montajı

**a) Montaj**

- Pompanın tesise montajında mevcut talimatlar dikkate alınmalı, iş güvenliği kurallarına uyulmalı ve gerekli emniyet tedbirleri alınmalıdır.
- Başlangıçta elektrik akımı olmamalı, varsa enerji kesinlikle kesilmelidir ve enerji kablosu bağlantısı en son yapılmalıdır.
- Emmeli veya yük altında çalışan boru hattı boşaltılmış ve vanalar kapatılmış olmalıdır.
- Pompa yerine bağlanmadan önce, pompa mili motora bağlı olarak elle rahat dönmelidir.
- Pompa boru hattı ve diğer ekipmanlar birbirine kasıntısız ve düzgün bağlanmalıdır. Bağlantı sonunda pompa ve boru üzerinde bir gerilme kalmamalıdır.
- Pompanın montajı sökmedeki markalar dikkate alınarak yapılmalıdır.

**b) Hidrolik Basınç Denemeleri**

- Pompa gövdesinin basınç dayanımını denemek amacıyla yapılır.

### 10.9.2 Pompanın Sökülmesi

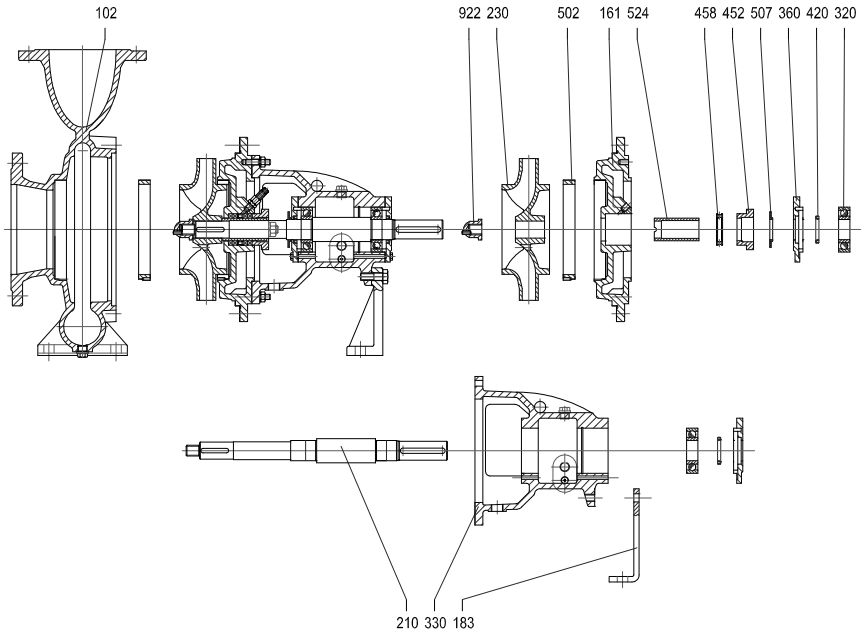
#### a) Sökmeye Hazırlama

Aşağıda açıklanan konular kontrol edilmelidir.

- Motora gelen akım kesilmeli sigortalar sökülmelidir.
- Motoru sabitleyen cıvatalar sökülerek, motor alınmalıdır.
- Emme ve basma vanaları kapatılmalıdır.
- Salyangozun altındaki kör tapa açılarak, pompanın içindeki su boşaltılmalıdır.
- Pompanın içindeki sıvı özel ise gerekli emniyet tedbirleri alınarak uygun şekilde boşaltılmalıdır.

#### b) Sökme İşlemi (Şekil 10.16)

- Sökülme işlemi sırasında aşağıdakilere uyulmalıdır. Sökme sırasında bütün iş güvenliği kurallarına uyulmalıdır.
- Sökme sırasında parçaların yeri, birbirlerine göre konumları, renkli kalemle işaretlenmelidir.
- Sökme sırasında çekiç ve benzer elemanlar kullanılmalı, plastik tokmak kullanılmalıdır.
- Dışarıya akabilecek yağa karşı önlem alınmalıdır. Yataktan boşaltılacak eski yağı ile temizliğinde kullanılan solventlerin çevre için zararlı ve kirletici olabileceği göz önüne alınmalıdır, biriktirme ve imha sahasına konulmalıdır.
- Pompanın emme ve basma flanşı boru bağlantılarından ayrılmalıdır.
- Pompanın salyangoz, destek ayak ve kaplin bağlantıları sökülerek, pompa şaseden ayrılmalıdır.
- Pompanın sökülmesi için yatak grubu saplama somunları sökülmelidir.
- Yatak grubu askıya alınmalıdır.
- Yatak grubu motor istikametinde yavaşça geri çekilmeli, yatağın çıkabileceği göz önüne alınarak kontrollü olarak geri alınmalıdır.
- Yatak grubunu dışarıya alarak emniyetli temiz bir tezgah üzerinde sökme işlemine devam edilmelidir.
- Çark somunu hafif darbeli gevşetilerek sökülmeli, çarkın içine manivela ile dayama yaparak zorlanmamalıdır.
- Çark mil üzerinden çektirme v.b. elemanlar kullanılarak çıkarılmalıdır.
- Salmastra baskı gleni sökülerek çıkartılmalıdır.
- Salmastra kutusunun yatağa bağlantı somunları sökülmelidir.
- Salmastra kutusu kasıntısız bir şekilde mil kılıfı ve mile zarar vermeyecek şekilde eksenel yönde yavaşça çekilerek yerinden alınmalıdır.
- Yatak gövdesi üzerinde rulmanlı yatakları tutan kapak cıvataları sökülerek çıkarılmalı.
- Rulmanların ve milin yatak gövdesi içinden sökülebilmesi için yanal yük dengesi olmaksızın eksenel yönde bir çektirme veya pres kullanılmalıdır.
- Dışarı alınan mil üzerinden kama, mil burcu ve rulmanlar dikkatlice çıkarılmalıdır.




*Şekil 10.16 Sökme işleminin adımları*

## 10.10 Salmastra

Santrifüj pompalarda, salmastra kutusu sızdırmazlığı sağlaması gereken bir organdır. Mekanik ve paket salmastralar sızdırmazlığın temininde kullanılan iki yoldur. Her ikisi de mil veya mil kılıfı üzerinde yatak gibi hareket ederler ve yağlama gerektirirler.

### 10.10.1 Yumuşak Paket Salmastralı Pompa

- Pompayı çalıştırdıktan sonra salmastralardan damla damla su gelmelidir. Su miktarı 10 $cm^3$/dak'dan az, 20 $cm^3$/dak'dan fazla olmamalıdır. Salmastradan gelen su yağlama ve soğutma görevi yapmaktadır.
- Salmastra Şekil 10.18'da görüldüğü gibi salmastranın çalışacağı çap üzerine yeterli sayıda sarım yapılarak bıçakla düzgün olarak kesilmelidir.
- İlk halkanın ek yeri üste gelecek, ikinci halkanın ek yeri alta gelecek şekilde salmastraları yuvaya yerleştiriniz. Ek yerleri hiçbir zaman yan yana gelmemelidir.
- Birinci veya ikinci halkadan sonra fener halkasını yerine takınız.
- Gleni yuvaya takarak salmastraları tamamen sıkınız. Sonra gleni gevşetiniz. Mili döndürerek hafifce sıkınız ve milin dönmediğini hissettiğiniz an gleni sıkmayınız.
- Gleni ayarından sonra salmastra yuvasının sıcaklığını kontrol ediniz. Ortam sıcaklığındaki sıvıyı basan bir pompanın salmastra sıcaklığı 80°C geçmemelidir.
- Salmastra suyu tahliye borusunu (Şekil 10.5) binadaki drenaj kanalına bağlayınız. Böylece salmastra sızıntı suları çevreye ve şaseye zarar vermeyecektir.

### 10.10.2 Salmastranın Bakımı

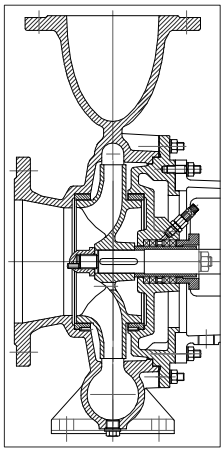
- Salmastra kutusu üzerinde, hasarlı ve eski salmastralar yuva yüzeylerine zarar vermeyecek şekilde zorlamadan tel kanca ile sökülmelidir.
- Salmastralar arasına yerleştirilmiş bulunan iki parçalı fener halkasının parçalarını ayrı ayrı, çelik tel kanca veya özel aparat ile çektirerek çıkarılmalıdır.
- Yuvanın dip tarafında bulunan salmastranın sökülmesinden sonra yuva iyice temizlenmeli fener halkasını besleyen soğutma/yağlama suyu deliğinin temizliği kontrol edilmelidir.

### 10.10.3 Salmastra Problemleri

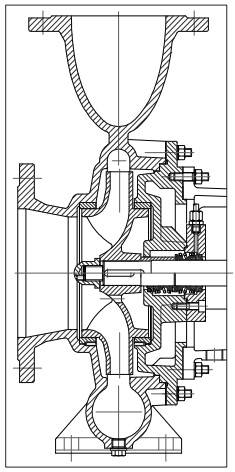
Normal paket tip salmastra kullanılan salmastra kutularında yağlamanın temini ve ısınmanın önlenmesi için dışarıya yeterli miktarda akışın olması gereklidir. Dışarıdan salmastra sıvısı verilmesi sadece şu durumlarda gerekir :

- Salmastra kutusuna uygulanan dahili pompa basıncı negatif ise
- Basılan sıvı süspansiyon halinde katı maddeler ihtiva ediyorsa
- Basılan sıvı çok uçucu dolayısı ile yağlama özelliği zayıf ise

Salmastra kutusu içinde negatif basınç oluşuyorsa pompanın hava emmesini önlemek, ilk emmesini sağlamak ve dönen parçaların sıkışmasına yol açmamak için araya bir sıvı engel koymak gerekir. Salmastra sıvısı dışarıdan bir boru ile salmastra kutusuna sevk edilir ve fener halkası yardımı ile paketler arasına dağıtılır. Bu sıvının bir kısmı pompa içine emilir, geri kalanı ise salmastra kutusundan dışarı damlar. Bu durumda salmastra sıvısı yağlama ve de hava emilmesini önler. Basılan sıvı süspansiyon halinde katı tanecikler ihtiva ediyorsa salmastra kutusundan dışarıya kaçağın asgariye indirilmesi gerekir. Zira katı zerrecikler paketler üzerinde birikir ve mil kılıfını aşındırır. Bu durumda salmastra kutularının temiz su ile dışardan beslenmesi tavsiye edilir. Bu suyun basıncı, salmastra kutusu içindeki basınçtan en az 0,7 (bar) kg/cm$^2$ daha büyük olmalıdır. Bu şekilde salmastra kutusundan pompaya doğru akış sağlanarak salmastra kutusuna katı taneciklerin girmesi önlenir.

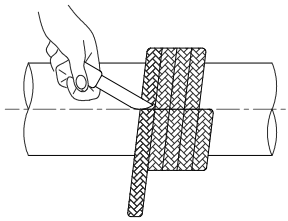


(a)Yumuşak salmastralı pompa



(b) Mekanik salmastralı pompa

*Şekil 10.17 Salmastra çeşitleri*



*Şekil 10.18 Salmastranın kesilmesi*

### 10.10.4 Mekanik Salmastralı Pompa

- Düzgün çalışan mekanik salmastrada gözle görülebilen bir kaçak olmaz. Bu özelliğe sahip mekanik salmastralara bakım gerektirmez.
- Mekanik salmastraların kapak sıkılığını kontrol ediniz.
- Mekanik salmastraları yerine monte etmeden önce tüm yüzeyler çok temiz olmalı ve kasıntılı monte edilmemeliler.
- Mekanik salmastralar basılan sıvıya göre değişirler. Bu nedenle imalatçı talimatlarına uyunuz.
- Dıştan soğutmalı mekanik salmastralara, pompanın işletme değerinden 1 bar fazla soğutma sıvısı bağlanmalıdır.

### 10.10.5 Mekanik Salmastra Uygulamaları

Sıvı özelliklerine bağlı olarak mekanik salmastra kullanılmalıdır. Mekanik salmastra seçiminde sıvının fiziksel ve kimyasal özellikleri net bir şekilde belirtilmelidir. Sıvıya uygun seçilmeyen mekanik salmastralar kısa süre sonra sızdırmazlık özelliklerini kaybederler. Şekil 10.17 b'de Çep tipi pompada mekanik salmastranın montaj şekli görülmektedir.

| SIVI TİPİ | MG1 MEKANİK SALMASTRA STANDART MALZEME KOMBİNASYONU |
|---|---|
| Atık su, Kanalizasyon Sıvısı | Q1Q1PGG |
| Soğuk Su | BVPGG |
| Sıcak Su | AQ1EGG |
| Hafif Kimyasallar | Q1Q1VGG-A(B)Q1VGG |

**Mekanik Salmastralarda Kullanılan Malzemelerin Tanımları :**

**Yüzeyler:**

| Sert | | Yumuşak | |
|---|---|---|---|
| Q1 | Silikon Karbür *)**) | A | Karbon antimon emprenyeli |
| V | Seramikler (AL-Oxide) | B | Karbon reçine emprenyeli *)**) |
| U3 | Tungsten Karbür *) | | |

**Körükler:**

| | |
|---|---|
| V | FKM (Viton) |
| E | EPDM *)**) |
| P | NBR |
| X4 | HNBR |

*) KTW ve WRC onayına uygun
**) FDA onayına uygun

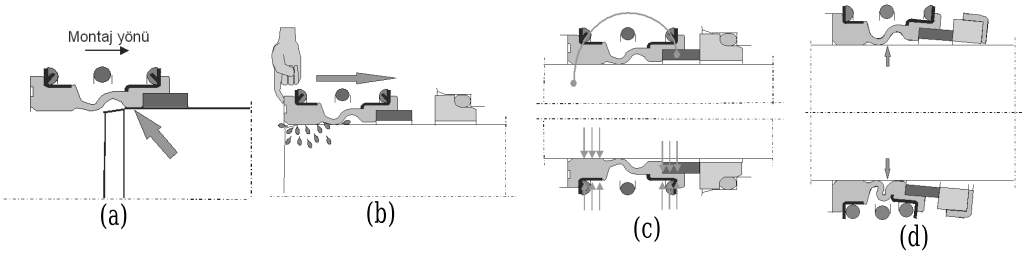
**Metal parçalar ve yaylar:** G 1.4571 Paslanmaz çelik

Özel sıvılarda kullanılacak salmastralar için kesinlikle pompa ve mekanik salmastra üreticileri ile görüşülmelidir. Özel sıvılar için yeni geliştirilmiş olan ve geniş kullanım aralığı olan CARTEX tipi mekanik salmastraları ürünlerde kullanılmaktadır (Şekil 10.19).

*Şekil 10.19 Cartex tipi mekanik salmastra uygulamaları*

**Mekanik Salmastra Montajı :**

Türbosan A.Ş. özel sıvılar hariç genel olarak MG1 serisi mekanik salmastra kullanmaktadır. MG1 Mekanik Salmastra montajı kolay olup, aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.




*Şekil 10.20 MG1 serisi mekanik salmastra montajı*

Mekanik salmastralar eksenel ve radyal kaçıklara karşı hassas değildir. Montaj ve demontaj yapılırken temizlik kurallarına ve kasıntısız montaja dikkat edilmelidir (Şekil 10.20 d).

MG1 tipi körüklü mekanik salmastranın dönen elemanının montajını kolay yapabilmek için, kauçuk körüğün içiçok az "Silikon esaslı inorganik bazlı yağ" veyasu ile ıslatılmalıdır.

Sabit eleman mekanik salmastra kapağına kasıntısız monte edilmelidir.

Sabit elemanı monte ederken körüğe zarar vermemek için, montaj esnasında salmastranın mil üzerinde geçtiği faturalar, dişler ve kama yuvaları çok ince alüminyum folyo veya kağıt bantla kaplanmalıdır. Sabit eleman karşılıklı eşit kuvvetle itilerek yerine monta edilmelidir. Sonra bant veya folyoyu çıkartılmalıdır.

### 10.10.6 Türbosan Norm Tipi Pompalarda Kullanılan Rulman No'ları ve Mekanik Salmastra Çapları

Norm tipi pompalara ait rulman numaraları ve mekanik salmastra çapları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

| NORM POMPA | | MEKANİK SALMASTRA ÖLÇÜSÜ |
|---|---|---|
| POMPA TİPİ | RULMAN NO | |
| NORM 32/125 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM 32/160 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM - HD 32/200 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM - SN 32/250 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM - SN 40/200 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM - SN 40/250 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM - HD 40/315 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - HD 50/200 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM 50/250 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM – HD 50/250 | 2-6305 | Ø20 |
| NORM - HD 50/315 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - SN 65/200 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM 65/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - HD 65/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM 65/315 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - HD 65/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM - HD 65/400 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM - SN 80/160 | 2*6305 | Ø20 |
| NORM 80/200 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM 80/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - HD 80/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM 80/315 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - HD 80/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 80/315*2 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - SN 80/400 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 100/200 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - SN 100/200 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM-EFF 100/250 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 100/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - SN 100/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM 100/315 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM 100/400 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 100/400*2 | 2*6309 | Ø40 |

| NORM POMPA | | MEKANİK SALMASTRA ÖLÇÜSÜ |
|---|---|---|
| POMPA TİPİ | RULMAN NO | |
| NORM 125/250 | 2*6307 | Ø30 |
| NORM - SN 125/250 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 125/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM - HD 125/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 125/400 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 125/400*2 | 2*6311 | Ø50 |
| NORM 150/250 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM-EFF 150/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 150/315 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 150/400 | 2*6311 | Ø50 |
| NORM - HD 150/400 | 2*6311 | Ø50 |
| NORM-EFF 150/500 | 2*6313 | Ø60 |
| NORM 150/500 | 2*6313 | Ø60 |
| NORM-EFF 150/560 | 2*6313 | Ø60 |
| NORM-EFF 200/260 | 2*6309 | Ø40 |
| NORM 200/315 | 2*6311 | Ø50 |
| NORM-EFF 200/330 | 2*6311 | Ø50 |
| NORM 200/400 | 2*6313 | Ø60 |
| NORM-EFF 200/500 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 200/500 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM-EFF 250/300 | 2*6313 | Ø50 |
| NORM 250/315 | 2*6313 | Ø50 |
| NORM-EFF 250/400 | 2*6313 | Ø60 |
| NORM 250/400 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 250/450 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM-EFF 250/500 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 250/500 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 300/315 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM-EFF 300/360 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM-EFF 300/400 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 300/400 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM-EFF300/500 | 2*6315 | Ø70 |
| NORM 300/500 | 2*6315 | Ø70 |

## 10.11 İşletme ve İşletme Dışı Esaslar

### 10.11.1 Emniyet Esasları

Türbosan sorumluluğunda olmayan panolar elektrik panosu direktiflerine ve kurallarına uygun olmalıdır. Bu esaslar sadece uzman ve eğitilmiş elemanlar tarafından gerçekleştirilmiş olmalıdır. Dönme yönü kontrolü yalnızca akışkan dolu pompada yapılmalıdır.Sabit devir sayısında uygun görülen akış sadece basma tarafındaki vanalarla ayarlanmalıdır. Emme hattındaki vanalar tamamen açık bulunmalıdır. Boşlum (kavitasyon) tehlikesi gözönünde bulundurulmalıdır. Pompa mili elle rahat dönmüyorsa, asla yol verilmemelidir. Pompa montaj esnasında bağlı gerilmelere mağruz kalmıştır. Bu durumda bütün somunları, pompa ayarları gevşetilir, boru taşıyıcılar tekrar ayarlanır. Tüm bağlantı elemanları kasıntıya izin vermeden yeniden sıkılır.

### 10.11.2 Rulmanlı Yatakların Kontrolu

- Yatakları sıvı yağlı olan pompalar yağsız sevk edilirler.
- Tesisata bağlanmış, emme ve basma hattı doldurulmuş pompanın rulmanlı yatakları çalıştırmadan önce mutlaka gösterge seviyesinde yağ ile doldurulması gerekir.
- Soğuk ortamlarda yağın vizkozitesi artacağından yatakların doldurulması sırasında işlem yavaş ve sabırlı yapılmalıdır.

### 10.11.3 Çalıştırma Öncesi Kontroller

Elektrik vermeden önce aşağıdaki kontrollar yapılmalıdır:

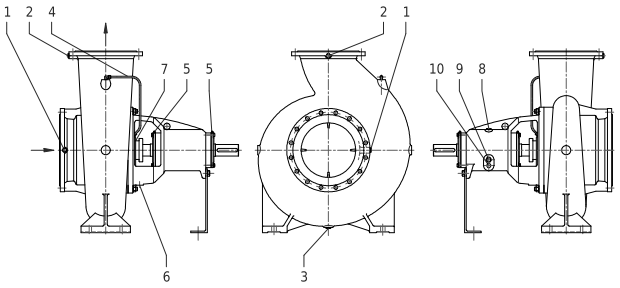
- Bütün boru bağlantıları tam ve sızdırmaz bir şekilde bağlanmış mıdır?
- Basma borusu üzerindeki vana kapalı mı?
- Emme ağzı önüdeki vana tamamen açık mı?
- Motor kullanıma hazır mı?
- Pompa dönme yönü doğru mu? (Kısa süreli bir deneme ile görülebilir.)
- Kavramalar eksenel olarak düzgün mü?
- Pompanın havası tamamen alınmış mı?
- Pompa mili rahatça dönüyor mu?
- Yataklara sıvı yağ doldurunuz, pompa yatakları gresli ise biraz (iki üç pompalık) yağ basınız.
- Pompa ters döndürülmemelidir. Pompanın ters döndürülmesi durumunda mil kılıfları ve mil somunu çözülebilir.

### 10.11.4 İşletmeye Alma (Pompaya Yol Verme)

Yapılması gerekenler şunlardır.

- Emme vanasını sonuna kadar açınız.
- Basma vanasının kapalı olduğunu kontrol ediniz.
- Pompanın su ile dolduğunu kontrol ediniz veya vakum pompalı sistem ise vakum pompasını çalıştırarak pompayı ve emme borusunu su ile doldurunuz. Dip klapeli ise dip klapesinin kapalı olduğuna emin olunuz.
- Motora yol veriniz. Motorun tam hızına ulaşana kadar bekleyiniz.
- Pano üzerindeki ampermetreye bakarak basma vanasını yavaş yavaş açınız. Ampermetredeki değer motorun nominal akım değerinin altında olacaktır.
- Basma hattındaki basınca bakınız. Manometredeki değer işletme noktasındaki değerden küçük ise vanayı kısarak işletme değerine getiriniz. Manometrede daha büyük değer okuyorsanız, tesisatınızı ve özellikle geometrik yüksekliğinizi kontrol ediniz.
- İlk defa yol verilen pompa mümkün olduğu kadar çalışma noktasında uzun süre çalıştırılmalıdır.

| | |
|---|---|
| **DİKKAT** | - Pompaların mekanik ve ekonomik ömürleri nedeni ile işletme değerlerinin dışında sürekli çalıştırılmamalıdır. Aksi halde motor ve pompada istenmeyen arızalar meydana gelebilir.<br>- Titreşimli ve gürültülü çalışma<br>- Mekanik arıza<br>- Motor yanması<br>- Enerji giderinin artması<br>- Kavitasyonlu çalışma<br>- Pompanın emme vanası ile asla ayar yapmayınız. |




1. Basınç ölçer (emme)
2. Basınç ölçer (basma)
3. Su boşaltma
4. Salmastra sulama borusu
5. Gres memesi (gres yağlı yatak)
6. Salmastra kaçağı tahliye
7. Salmastra yuvası
8. Yağ doldurma (sıvı yağlı yatak)
9. Yağ gözü (sıvı yağlı yatak)
10 Yağ boşaltma (sıvı yağlı yatak)

*Şekil 10.21 Pompanın temel dış bağlantı noktaları*

### 10.11.5 Yol Verme Sıklığı

**A)** Asenkron elektrik motoru ile pompaya yol verirken, motor ilk kalkış akımı nominal akımdan daha büyük olduğu için motor sargılarının aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Bu durum pompa miline, çarka ve rulmanlara da zarar vermektedir. Bu nedenle motor kalkış sayısı belli bir değeri aşmamalıdır. Daha büyük güçteki motorlar için motor üretici firmanın değerleri esas alınmalıdır. Daha büyük motorlar için motor üretici firma ile görüşünüz.

| **Motor Anma Gücü kW** | 5,5 | 7,5-15 | 18,5-30 | 37-45 | 55-75 | 90-132 | 160-200 | 250-315 | 400 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Saatteki Max.Kalkış Sayısı** | 18 | 12 | 10 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| **DİKKAT** | - Arızaların asgariye indirilmesi ve uzun ömür için pompa çok sık durdurulup çalışıtırlmamalıdır. | | | | | | | | |

**B)** Direkt ($\Delta$) yol vermede kalkış akımı, nominal akımın yaklaşık olarak altı katı, Yıldız-Üçgen (Star-$\Delta$) yol vermede ise kalkış akımı nominal akımın yaklaşık olarak iki katıdır.
Yıldız-üçgen yol vermede star bağlamadan $\Delta$ bağlamaya geçerken sargılardaki gerilim aniden $\sqrt{3}$ kadar artar. Pompaya yol verme sırasında motor momenti (Mn), pompa momentinden (Pm) büyük olmalıdır.
Motor sıfır hızdan nominal hıza ulaşması için geçen toplam yol alma zamanı (Star'dan $\Delta$ geçiş süresi) 15 sn'yi geçmemelidir. Motor nominal hızının %90-95'ine ulaşıldığında Star'dan $\Delta$ geçilmelidir. Bu zaman limit süreyi aşarsa şebekeden çekilen aşırı akım STATOR sargılarını ve ROTORU tahrip edecektir.

### 10.11.6 İşletme Sırasındaki Kontroller

İşletme sırasında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Dönme sayısı ve istenilen basma yüksekliği kontrol edilmelidir.
- Titreşimsiz çalışma koşullarına özen gösterilmelidir.
- Emme ağzındaki akış kontrol edilmelidir.
- Yataklardaki sıcaklık termometre ile ölçülmeli ve 80°C'yi geçmemelidir.
- Salmastralara gelen soğutma sıvısı kontrol edilmelidir.
- Salmastralardan kaçan soğutucu akışkan miktarı, çiğ veya buhar şeklinde 0.1-0.2 $m^3$/saat mertebelerinde olmalıdır. Bunun yanında damlama (yaklaşık 60 adet/dakika) şeklinde az miktarda önemsiz kaçaklara izin verebilir.
- Salmastra suyuna veya kutusuna sıcak olması ihtimaline karşı direkt temastan kaçınılmalıdır.
- Yataklardaki yağ seviyesini veya miktarını kontrol ediniz.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | Salmastranın kaçakları artış gösterdiği zaman, pompa hemen durdurulmalı ve salmastra ilavesi yapılmalıdır.<br>Kaplin ayarlarını, şase bağlantılarını ve flanş bağlantılarını kontrol ediniz. |

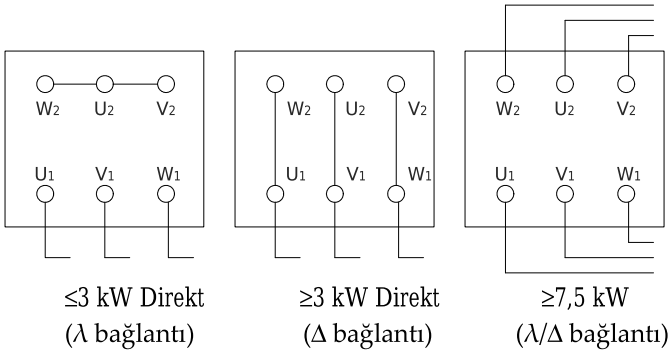
### 10.11.7 Çalışma Dışı Haller

Pompa durdurulmadan önce basma tarafı vanaları kapatılmalıdır. Durdurulduktan sonra bu elemanlar kapalı kalabilir. Donma tehlikesine karşı (aynı tehlike sistem içinde geçerlidir), pompa içindeki akışkan salyangoz gövdesi altındaki körtapa sökülerek boşaltılmalıdır.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | Patlayıcı, zehirli, kızgın, kristal yapıdaki akışkanların çevre ve insan sağlığı açısından güvenilirliğinden emin olunmalıdır. Aynı esas, pompa altındaki kör tapadan akışkan boşaltılması için de geçerlidir. Basma hattının geri boşaltılması için pompa ve emme hattının kullanılması yerine bir by-pass hattı kullanılmalıdır. |

### 10.11.8 Elektrik Motorları

Genel olarak pompalarda kullanılan elektrik motorları; DIN, IEC, VDE ve TSE standartlarına uygun; 3 fazlı, 50 Hz, F izolasyonlu, IP54 (55) koruma sınıfında ve çalışma şekli S1 olan tam kapalı, fan soğutmalı sincap kafesli asenkron motorlardır.
Bağlama ve yol verme şekli : Genel olarak 5,5 kW dahil direkt, 7,5 W ve üstü ise Yıldız - Üçgen yol verilmelidir.
Motor ile ilgili detaylar için motor kataloğuna bakınız.




≤3 kW Direkt (λ bağlantı) ≥3 kW Direkt (Δ bağlantı) ≥7,5 kW (λ/Δ bağlantı)

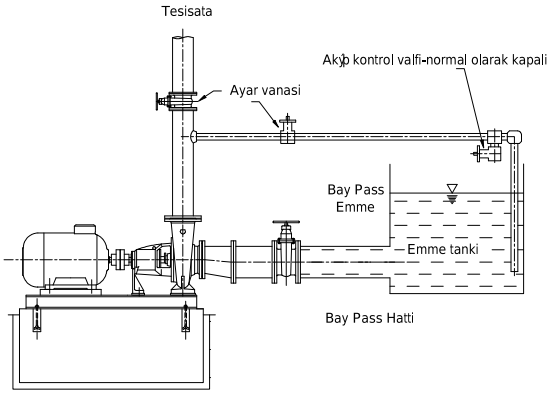
| | |
|---|---|
| **DİKKAT** | - Elektrik motor ve pano bağlantıları devre şemasına uygun olarak yetkili ve ehliyetli elemanlarca yapılmalıdır. |

### 10.12 Pompanın Kısık Vanada Çalıştırılması

Bir tesis projelendirilirken, pompalar çok defa tesisin maksimum kapasitesine veya mevcut taleplerin ötesinde gelecekteki beklentileride karşılamak üzere seçilir. Bu durumda pompaların mevcut şartlarda çalıştırılmaları için vanalanması gerekebilir. Pompa sürekli olarak kapalı veya kısık vanada çalıştırılırsa pompa ömrü kısalabileceği gibi bakım,onarım maliyetleri büyük ölçüde artar. Kısık vanada, çalışma debisinin çok küçük bir yüzdesi pompadan geçer. Pompa giriş gücü ile pompanın suya verdiği güç arasındaki fark ısı şeklinde basılan sıvıya aktarılır. Pompa gövdesi ısıya dönüşen enerjiyi çevreye aktarmakta yetersiz kalabilir ve sıvı ile pompa sıcaklığı tehlikeli mertebede artabilir. Pompa, kapalı vanaya yakın çalışırken bir başka sorun

daha ortaya çıkar. Kısık vanada hidrolik radyal itme kuvvetleri dengelenemez. Bu da mili anormal eğilmelere maruz bırakabilir. Pompa sesli ve aşırı titreşimli çalışır. Bu dengesiz kuvvetler sonucu mil kırılabilir ve rulmanlar dağılabilir.

By-pass borusu tamamen açık iken basma borusundaki vanayı aşırı kısmak gerekiyorsa, sistemin gerçek manometrik yükseklik ve debi değerleri yeniden gözden geçirilmeli ve yeni değerler seçilmelidir.
Pompa, asla kısık vanada, özellikle aşındırıcı maddeleri ihtiva eden sıvıları basarken, sürekli çalıştırılmamalıdır. Kısık debilerde aşınma büyük ölçüde hızlanır ve çark birkaç hafta veya ay içinde tahrip olabilir (Şekil. 10.22).




*Şekil 10.22 By-pass borusu uygulaması*

By-pass borusu tamamen açık iken basma borusundaki vanayı aşırı kısmak gerekiyorsa sistemin gerçek manometrik yükseklik ve debi değerleri yeniden gözden geçirilmeli ve yeni değerler seçilmelidir.

| DİKKAT | |
|---|---|
| | Pompayı, kapalı veya kısık vanada çalıştırmayınız. |

## 10.13 Pompalarda Yağlama

Türbosan pompalarında yataklar gres veya sıvı yağ ile yağlanacak ve kolay bakım yapılacak şekilde projelendirilmiştir.

### 10.13.1 Gres Yağlı Yataklar

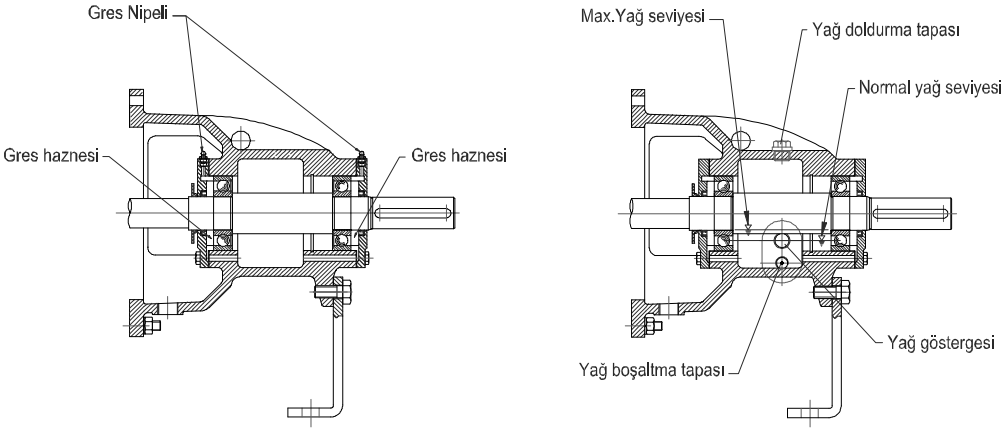
Bu yataklarda yağ listesinde belirtilen Lityum Sabunlu gres yağı kullanılması tavsiye edilir. Bu tip gres yağı geniş çalışma sıcaklığı aralıklarında çok değişik yerlerde kullanılabilir ve oksidasyona dirençlidir. Sıcak, soğuk, kuru, nemli, temiz ve kirli ortamlarda kullanılmaya uygundur. Asla farklı yağları birbiri ile karıştırmayınız.

Yatak Kapaklarındaki yağ keçeleri rutubet ve kirin yataklara girmesini önler. (Şekil 10.23 a) Yaklaşık ilk bir aylık (veya 300 saatlik) çalışma sonunda yataklardaki gres yağı takviye

edilmelidir. Sık sık gres basmak yatakların aşırı ısınmasına sebep olur ve yatak ömrünü azaltır. Bir çok durumda daha seyrek yağ takviyesi yapılmalıdır.
İlk çalıştırma yapmadan önce yağı kontrol ediniz ve bir miktar gres yağı basınız. Basit olarak yatakların boşluk yerlerini sadece yarıya kadar yağ koyabilirsiniz.

### 10.13.2 Sıvı Yağlı Yataklar

Bu yataklarda örneğin Shell Tellus T46 veya eşdeğeri sıvı yağ kullanılması tavsiye edilir. Bu tip sıvı yağlar aşınma ve oksidasyona büyük direnç gösterirler. Hava ve nemden etkilenmeme, pasa ve köpürmeye karşı korunma, düşük sıcaklıklarda kullanılma gibi özellikleri vardır (Şekil 10.23 b). Yağ özellikleri için Yağ Listesi'ne bakınız.




(a) Gres yağlamalı Norm yatak (b) Sıvı yağlamalı Norm yatak

*Şekil 10.23 Yatak tipleri*

### 10.13.3 Emniyet Koşulları

• Patlayıcı, zehirli, kızgın, kristal yapıdaki akışkanların çevre ve insan sağlığı açısından güvenilirliğinden emin olunmalıdır.
• Akışların pompadan boşaltılmasından sonra, pompanın içi temizlenmelidir.
• Kullanılan temizleyici ve koruyucu solvent atıklarının çevreye ve insan sağlığına zarar verilebileceği göz önüne alınarak ortama yayılmasına ve emme havuzuna karışmasına karşı tedbir alınmalıdır. Kullanılmış artık solventlerin biriktirme ve imha sahasına konulmasına dikkat edilmelidir.
• Sökme, montaj işlerinin yapıldığı çalışma alanı temiz olmalıdır.
• Geri iade sırasında pompa bütün tehlikeli maddelerden arındırmış ve temiz olmalıdır.
• Sökme ve montaj işlemlerinde amacına ve iş güvenliği kurallarına uygun kaldırma teçhizatı ve takımları kullanılmalıdır.
• Bakım için uygun koşullar sağlanmalıdır. İşyeri iş güvenliği kurallarına uygun çalışılmalıdır.

### 10.13.4 Yağ Kontrolu

• Pompaya ilk defa yağ vermeden (çalıştırmadan) önce nakliye ve montaj sırasında pompa yataklarının içine pislik girip girmediği kontrol edilmelidir. Eğer yataklarda kirlenme var ise, yataklar tamamen temizlenerek yeni sıvı veya gres yağı konmalıdır.

• Pompa montaj öncesi uzun süre (3 aydan fazla) beklemiş ise yataklara yeni gres basılmalıdır. Yataklar sıvı yağlı ise eski yağ boşaltılıp yeni yağ ile doldurulmalıdır.
• Sıvı yağla yağlanan pompaların yataklarına yağ konmadan sevk edilir. Bu tip pompaları işletmeye almadan önce yağ göstergesine kadar sıvı yağ ile doldurulmalıdır.
• Yağ doldurma veya ilave süreleri iş yerindeki koşullara ve çalışmaya bağlı olarak işletme tarafınca tespit edilmelidir. Bu yöntem verimli olmaktadır.

| DİKKAT | |
|---|---|
| | - Yataklara gerekli miktarda yağ doldurunuz. Asla fazla miktarda yağ koymayınız. |

### 10.14 Rulmanlı Yataklar

Rulmanlı yataklarınızın uzun ömürlü olmasını ve problemsiz çalışmasını isterseniz aşağıdaki hususlara özen göstermelisiniz:

#### 10.14.1 Temizlik

Rulmanlarda temizlik birinci şarttır. Rulmanlı yataklar %90 pislik nedeniyle bozulur. Aşağıdaki hususlara özenle uyulmalıdır:

1- Gerekmedikçe, rulmanlı yatağı KESİNLİKLE açmayınız.
2- Ellerinizi yıkayınız. Takımların üzerindeki pislik, çapak ve gresi siliniz.
3-Çalıştığınız tezgahın üzerine temiz kağıt yayınız. Kullandığınız ve temizlediğiniz. takımları, rulmanlı yatağı yalnız bu temiz kağıt üzerine koyunuz.
4- Rulmanlı yatakları, yatak gövdelerini ve rulmanın takılacağı mili kullanmadığınız süre içinde TEMİZ bir örtü ile örtünüz.
5- Yeni rulmanlı yatakları hemen kullanmayacaksanız, montaj zamanına kadar, kendi özel ambalajından çıkarmayınız.
6- Mil ve yatak gövdelerini tekrar yerine monte etmeden önce uygun temiz bir solvent (eritici) ile temizleyiniz.

#### 10.14.2 Yatakların Özenle Sökülmesi

1- Rulmanlı yatağı takarken veya sökerken, sadece rulmanın iç bileziği ile temas sağlayan burç veya çektirme kullanınız.
2- Bilya ve kafeslere asla kuvvet uygulamayınız. Sadece bileziklere kuvvet uygulayınız.
3- Rulmanlı yataklara kesinlikle doğrudan doğruya vurmayınız. Alnı düzgün bir burç veya düzgün oturan bir çektirme kullanınız.
4- Yatağı çekip çıkarmak için yatak gövdesini kullanıyorsanız, düzgün olarak çekiniz ve kesinlikle yatağı veya mili çekiçlemeyiniz. Her iki bilezik bağlı olduğundan darbeler bilyalara intikal eder ve yatağı tahrip eder.

| DİKKAT | |
|---|---|
| | - Rulmanlı yataklarda yatak sıcaklığı ortam sıcaklığının üzerinde 50°C'den fazla olmamalıdır. Fakat hiçbir zaman 80°C'yi geçmemelidir.<br>- Ortam sıcaklığı ve yatak sıcaklığı Termometre ile ölçülmelidir. |

### 10.14.3 Yatakların ve Milin Kontrolu

1- Rulmanları özenle kontrol ediniz. Bilya ve bileziklerde herhangi bir ezik nokta, çentik, karıncalanma varsa bu rulmanı kesinlikle kullanmayınız ve ıskartaya ayırınız.Yataklar tam anlamıyla mükemmel olmalıdır.
2- Yatağı elle yavaşça çevirdiğinizde kolaylıkla ve sessizce dönmesi gerekir. Herhangi bir şekilde tutukluk ve ses varsa kullanmayınız ve ıskartaya ayırınız.
3-Yatağın mükemmelliği konusunda en küçük bir şüpheniz varsa o yatağı kullanmayınız. Birkaç bin liralık yeni bir yatak, sizi ciddi zaman kaybından ve pompanın zarar görmesinden koruyacaktır. Önemli ve kritik hizmet veren yerlerde, her bakım ve onarım sırasında yatakları değiştiriniz.
4- Mili kontrol ediniz. Mil üzerinde yatak yerleri çapaksız ve düzgün olmalıdır. Çapak varsa temizleyiniz, perdahlayınız. Mil ölçüleri verilen toleranslara uygun olmalıdır. Mil faturaları gönyesinde olmalı, ölçü dışına taşmamalıdır.

### 10.14.4 Yeni Yatakların Kontrolu

* Rulmanlı yatakların tip ve boyutlarının doğru seçilmiş olduğundan emin olmalısınız. Örneğin sabit bilyalı yatak ile aynı boyutta olan eğik bilyalı yatak pompaya yatak mükemmel olarak uyar. Fakat eğik bilyalı yataklar, her iki yöndeki kuvvetler için uygun değildir ve eksenel kuvveti bir yönde taşır. Eğer yatağın muhafaza kapakları varsa orjinaline uygunluğunu kontrol ediniz. Doğru rulmanlı yatağı seçebilmek için pompa kataloglarına ve rulmanların özel kullanma talimat kitaplarına başvurunuz.
* Rulman Değiştirme: İşletme koşullarına bağlıdır. Genel olarak 20.000 ÷ 40.000 çalışma saatinde değiştirilmelidir.
* Yağ keçesi, Oring, Conta: Her demontajda yenisi ile değiştirilmelidir.

### 10.14.5 Özenle Yerleştirme

1- Milin üzerini, yatağın oturacağı yeri hafifçe yağlayınız.
2- Muhafaza kapakları varsa uygun yönde olmasına dikkat etmelidir. Eğik bilyalı yataklar, pompa üzerinde uygun yöne bakmalıdır. Çift yatak kullanılıyorsa uygun yüzler bir arada olacak şekilde monte edilmeşidir. Bağlama şekilleri modelden modele değişiktir. Bu sebeble, özel pompalar için pompa montaj resmine bakınız.
3- Yataklara gönyesinde kuvvet uygulayınız. Mil üzerinde kasıntı olmamalıdır. Yatağı itmek için kullandığınız burcun yüzünün temiz, gönyesinde ve sadece iç bilezikle temasta olduğunu emin olunuz.
4- Yatağı mil faturasına iyice dayanacak şekilde bastırınız. Mil faturası hem yatağın dayanma yüzeyidir ve hem de yatağın gönyesinde olmasını sağlar. Aşırı basınçla mil faturasını bozmayınız.
5- Emniyet rondelasının (var olan pompa için), düz tarafı yatak tarafına gelmek üzere, uygun şekilde takıldığından emin olmalısınız. Mil somunlarının da iyice sıkılıp sıkılmadığını kontrol ediniz.
6- Rulmanları talimat kitaplarında belirtildiği tarzda, direktiflerine uygun olarak yağlayınız.
7- Rulmanla ilgili daha detaylı bilgi için rulman üreticisi / satıcıları ile temas kurunuz.

### 10.14.6 Tavsiye Edilen Yağ Değişim Aralığı

| Pompa Devir Sayısı | Yağlama Zamanı |
|---|---|
| 1000 d/d | 4000 Çalışma saati |
| 1500 d/d | 2500 Çalışma saati |
| 3000 d/d | 1500 Çalışma saati |

## 10.15 Yatak Sıcaklıkları ve Ölçülmesi

- Yatak sıcaklıkları genellikle elle kontrol edilerek tahmin edilmeye çalışılır. Ne yazık ki, insan eli hassas bir termometre değildir ve hatalı olarak tehlike işareti verebilir. "Sıcak" dediğimiz değer şahsa bağlı olarak 50° C ile 55° C arasında değişir. Rulmanlı yataklarda üst çalışma sınırı, gerçekte yağlayıcının yetersiz kaldığı ve kömürleşmenin başladığı sıcaklık değeri olarak belirlenir. 80° C ye kadar yatak sıcaklıkları fazlası ile emniyetlidir. Yatakların max. bu sıcaklıkta çalışması arzu edilir. Zira bu sıcaklık değerinde yağlayıcı akışının daha iyi olması beklenir.

- Bütün yataklar, su ile soğutulmadığı sürece, çevre sıcaklığının bir miktar üstünde çalışır. Yataklarda ısı, bilyaların yuvarlanma sürtmesi ve bilezik yuvalarındaki sürtmeler dolayısı ile meydana gelir. Bir miktar ısı da mil ile yataklara taşınabilir. Dağılan ısı miktarı, yatak yuvalarının soğutma alanına, çevredeki hava hareketlerine ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Bu sıcaklık bir defa oluşunca bir veya daha fazla değişken değişinceye kadar sabit kalır ve kararlı bir çalışma sıcaklığı oluşur. Kararlı bir sıcaklık, insan eli ne kadar sıcak hissederse etsin, yağlayıcının üst sınırını aşmadıkça bir tehlike işareti değildir. Sıcaklık, hassas bir şekilde **termometre ile ölçülmeli** ve uygun bir yere kaydedilmelidir.

- Yatak sıcaklıklarındaki şiddetli ve ani artış tehlike belirtisidir ve muhakkak sebebi araştırılmalıdır. Yataklara biraz gres basılmalı ve sıcaklık kontrol edilmelidir. Sıcaklık düşmezse daha fazla gres basılmamalıdır. Ünitenin, yanlış kavrama ayarı, uygun olmayan salmastra yerleştirmek gibi fazladan yüklere maruz kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir.

- Bununla beraber, sıcaklık artması, muhtemel bir yatak arızasından veya aşırı yükten ileri gelmeyebilir. Pompanın bastığı sıvının sıcaklığının veya sıcak yaz aylarında çevre sıcaklığının artmasına neden olabilir. Artan sıvı sıcaklığının sebeb olduğu ısı transferi, yataklarda dışardan soğutma suyu dolaştırmak suretiyle asgari değere indirilebilir.

-Yatak sıcaklıkları çok defa hatalı yağlamadan dolayı da artabilir. Yataklara aşırı miktarda yağ koymak, dönme direncini ve oluşan ısı miktarını arttırır. Fazla yağın alınması ile yatak sıcaklıkları önemli miktarda düşer.

- İlk defa yol verilen pompalarda bazen aşırı derecede yatak ısınmaları görülür. Bu durum, çoğunlukla yatağın kendisinden değil yağ keçelerinden ileri gelir. Yağ keçeleri alışınca da sıcaklık normal seviyeye iner.

- Pompanın titreşimli çalışması yatak sıcaklığını artırır ve rulman ömrünü azaltır.
- Ortam sıcaklığı 35°C'ın üstünde ise pompa istasyonunun soğutulması için tedbir alınız.

| **DİKKAT** | |
|---|---|
| | -Yatak sıcaklığında önemli artış var ise Türbosan A.Ş.'ye müracaat ediniz.<br>-Ortam sıcaklığı 35°C'ın üstünde ise pompa istasyonunun soğutulması için tedbir alınız. |

## 10.16 Yeni Pompalara İlk Yolverme Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

Yeni bir pompaya ilk defa yol vermeden önce, pompanın başarılı bir şekilde çalışmasına katkısı bulunan bütün faktörler dikkatle kontrol edilmelidir:

a) Pompa ve motor mili birlikte elle rahat dönmelidir.
b) Motor elektrik bağlantılarının tam olduğunu kontrol ediniz.
c) Motor dönüş yönünün doğru olduğunu kontrol ediniz.
d) Pompa kaidesini, temelini, ankraj bağlantılarını ve boru montajlarını kontrol ediniz.
e)Elle rahat dönmeyen bir pompaya gerekli düzeltici işlemler yapılmadan asla yol vermeyiniz.
f) Yataklardaki yağ seviyelerini kontrol ediniz, gerekli ise ilave ediniz.

| | |
|---|---|
| **DİKKAT** | - Kaplin ayarı düzgün yapılmamışsa motopompu çalıştırmayınız.<br>- Yatak yağlarını kontrol ediniz.<br>- Gresli yataklara bir miktar yağ basınız. Sıvı yağlı yatakların seviyesine bakarak yağ koyunuz. Asla çok yağ koymayınız. |

g) Salmastralar, glen ve soğutma suyu boruları uygun akış sağlayacak şekilde yerleştirilip bağlanmalı ve kontrol edilmelidir.
Tüm bu kontrollerden sonra, pompanın emme vanasını tamamen açarak pompanın sıvı ile dolmasını sağlayınız ve kontrol ediniz.
Yemlemeli (cebri) sistemlerde pompa sıvı ile kolayca dolar. Derinden emmeli sistemlerde emmede dip klapesi varsa pompayı en yüksek noktasına kadar su ile doldurunuz ve havasını alınız.
Sistem vakum pompalı ise vakum pompasını çalıştırarak suyun pompanın en üst seviyesine ulaşmasını sağlayınız.
Pompanın içindeki sıvı yıpranma halkalarında ve salmastralarda yağlama görevi yapar.

| | |
|---|---|
| **DİKKAT** | - Pompanın kuru çalışmasına asla müsaade etmeyiniz. |

h) Pompaya yol veriniz ve basma vanasını mümkün olduğu kadar çabuk açınız. Basma tarafındaki manometrenin basıncına bakınız. Pompa dönme sayasında işletme basınç değerine çıkamıyorsa motoru durdurun. Pompanın havasını boşaltın ve gerekli kontrolleri tekrar yapınız.
ı) İlk defa yol verilen pompa mümkün olduğu kadar çalışma noktasına yakın ve oldukça uygun bir süre çalıştırılmalıdır.
j) Pompalar uzun süre kapalı vanada çalıştırılmamalıdır zira bu durumda pompaya verilen bütün enerji hızla ısıya dönüşerek sıcaklığı ve sıkışma tehlikesini arttırır.

### 10.17 Periyodik Bakım ve Kontrol

• Periyodik bakım aralığı: Bakım aralığı işletme koşullarına göre kullanıcı tarafından belirlenmelidir. Genel olarak rulman değişimi s›rasında pompa peryodik bakıma alınmalıdır.
• İşletmedeki pompanın bakım ve kontrol amacıyla devre dışı bırakılması halinde bekletilecekse ve tesisten sökülmemişse pompanın tesisatı ve kumanda devrelerinde gerekli tedbirler alınmalı ve yanlışlık sonucu devreye alınmasının önüne geçmek için uyarıcı yazılar ve işaretler asılmalıdır.
• Elektrik motoru ve diğer elektriksel ekipmanlar üretici firmaların talimatlarına göre kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır.
• Bu kılavuzdaki tüm kurallara dikkat edilmelidir.
• Yatak yuvaları çok hassas toleranslarla ve özenle imal edilirler. Hoyratça

kullanılmamalıdır.
• Yatak yuvasının aşınması halinde yatak gövdesinin tamamı değişmelidir. Bunun için yatak yuvaları özenle kontrol edilmelidir.
• Periyodik bakımda bakılacak parçalar: Yıpranma halkası, mil kılıfı, rulman, mil, yatak gövdesi, çark, salmastra gibi temel parçalara bakılmalıdır.
• Rulman yuvası çapı anma ölçüsünden 0.05 mm. den fazla büyük olmamalıdır.
• Yıpranma halkasındaki yarı çaptaki boşluk max 1 mm'yi geçmiş ise yenisi ile değiştiriniz.
• Bakım ve kontrol yapılırken bu kılavuzdaki tüm kurallara uyulmalıdır.
• Ortam kesinlikle temiz olmalıdır.
• Civataların sıkılmasında torkmetre kullanılmalı ve dengeli sıkılmalıdır.
• Arızaları giderme işlemine başlamadan önce tüm ölçü aletlerinin doğruluğunu kontrol ediniz ve iş güvenliği kurallarına uyunuz.

| **DİKKAT** | - Arızalı pompayı fabrikaya göndermeniz gerektiğinde, en az "pompanın adı (tipi) ve seri no" su fabrikaya mutlaka bildirilmelidir. |
|---|---|

### 10.17.1 Boya

• **Astar** **:** Rapid Selülozik Astar RAL 5010 Mavi
• **Son kat:** Selülozik RAL 5010-Mavi
Genel uygulama bu olup, müşterinin isteğine uygun farklı tip ve renk kullanılır.

### 10.17.2 Yedek Parça

• Türbosan A.Ş. ürettiği pompaların yedek parçalarını, teslim tarihinden itibaren **10 Yıl** için temin etmeyi garanti eder.
• Yedek parça siparişlerinizde pompanın etiketinde yazan değerleri TÜRBOSAN'a bildiriniz.
- Pompa tipi, seri no, debi, manometrik yükseklik, motor gücü ve devri.
• Yedek parça siparişinde istenilen yedek parçanın adı, parça no, malzemesi ve adedi bildirilmelidir.
• Pompa ile ilgili seri no tanımı kaybolmuş ise, değiştirilecek parçayı Türbosan'a göndererek de yeni parça temin edebilirsiniz.

**• YEDEK PARÇA LİSTESİ**

Pompa adedine bağlı olarak stokta bulundurulması gereken parça adedi

| **Parça Adı** | **Pompa Adedi** | | |
|---|---|---|---|
| | **2 – 4** | **5 – 7** | **8 ve üstü** |
| Çark | 1 | 2 | %30 |
| Yıpranma Halkası (tk) | 2 | 4 | %50 |
| Mil Kılıfı | 3 | 6 | %50 |
| Salmastra (tk) | Pompa Sayısı Kadar | | |
| Rulman (tk) | Pompa Sayısı Kadar | | |
| Yağ Keçesi-Oring-Conta | Pompa Sayısı Kadar | | |
| Mekanik Salmastra | Pompa Sayısı Kadar | | |

### 10.17.3 Sıkma Momenti

| Vida Çapı Screws | Sıkma Momenti / Tightning Moment | |
|---|---|---|
| | Sınıf Özellikleri Nm | |
| | 8.8 | 10.9 |
| M5 | 6 | 8.7 |
| M6 | 10 | 15 |
| M8 | 25 | 36 |
| M10 | 49 | 72 |
| M12 | 85 | 125 |
| M14 | 135 | 200 |
| M16 | 210 | 310 |
| M18 | 300 | 430 |
| M20 | 420 | 610 |
| M22 | 580 | 820 |
| M24 | 710 | 1050 |
| M27 | 1050 | 1550 |
| M30 | 1450 | 2100 |
| M33 | 1970 | 2770 |
| M36 | 2530 | 3560 |

## 10.17.4 Gürültü Seviyeleri

| Motor Gücü Motor Power kW | Ses Basınç Seviyesi (dB)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Pompa | | Pompa ile Motor | |
| | 1450 d/dak. | 3000 d/dak. | 1450 d/dak. | 3000 d/dak. |
| 0.55 | 54 | 56 | 61 | 63 |
| 0.75 | 54 | 56 | 61 | 65 |
| 1.1 | 56 | 58 | 63 | 66 |
| 1.5 | 57 | 59 | 65 | 69 |
| 2.2 | 59 | 61 | 66 | 70 |
| 3 | 60 | 62 | 68 | 72 |
| 4 | 61 | 63 | 70 | 74 |
| 5.5 | 62 | 64 | 71 | 81 |
| 7.5 | 63 | 65 | 72 | 82 |
| 11 | 67 | 70 | 73 | 83 |
| 15 | 69 | 72 | 74 | 83 |
| 18.5 | 70 | 73 | 75 | 84 |
| 22 | 71 | 75 | 76 | 84 |
| 30 | 74 | 77 | 78 | 91 |
| 37 | 75 | 78 | 79 | 92 |
| 45 | 76 | 79 | 80 | 93 |
| 55 | 77 | 80 | 81 | 93 |
| 75 | 78 | 81 | 82 | 94 |
| 90 | 79 | 82 | 83 | 94 |
| 110 | 80 | 83 | 85 | 95 |
| 132 | 81 | 84 | 86 | 95 |
| 160 | 82 | - | 87 | 96 |
| 200 | 83 | - | 88 | - |
| 250 | 85 | - | 89 | - |

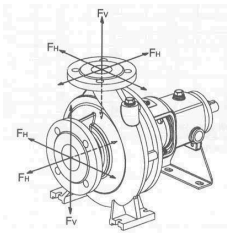
(*) Ses koruma perdesi olmadan, sesi yansıtan yüzeyin üzerindeki serbest sahada ve pompadan 1 m. uzaklıkta ölçülen yaklaşık değerler (ISO 3744).
(*) Bu tabloda verilen değerler işletme ortamına ve koşullarına bağlı olarak değişir.

## 10.17.5 Pompa Flanşlarında Müsaade Edilen Kuvvet ve Momentler

| Tip - NORM | Emme Flanşı | Basma Flanşı | Kuvvetler | | Momentler |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $F_V$ (N) | $F_H$ (N) | $M_t$ (Nm) |
| 32/125 | 50 | 32 | 2400 | 1600 | 410 |
| 32-200 | 50 | 32 | | | |
| 32-250 | 50 | 32 | | | |
| 40-200 | 65 | 40 | 2600 | 1800 | 550 |
| 40-250 | 65 | 40 | | | |
| 40-315 | 65 | 40 | | | |
| 50-200 | 65 | 50 | 2700 | 1900 | 700 |
| 50-250 | 65 | 50 | | | |
| 50-315 | 80 | 50 | | | |
| 65-200 | 80 | 65 | 3000 | 2200 | 850 |
| 65-250 | 80 | 65 | | | |
| 65-315 | 80 | 65 | | | |
| 65-400 | 100 | 65 | | | |
| 80-160 | 100 | 80 | 3500 | 2800 | 1200 |
| 80-200 | 100 | 80 | | | |
| 80-250 | 100 | 80 | | | |
| 80-315 | 100 | 80 | | | |
| 80-400 | 100 | 80 | | | |
| 100-200 | 125 | 100 | 4600 | 3700 | 2100 |
| 100-250 | 125 | 100 | | | |
| 100-315 | 125 | 100 | | | |
| 100-400 | 125 | 100 | | | |
| 125-250 | 150 | 125 | 5700 | 4800 | 2900 |
| 125-315 | 150 | 125 | | | |
| 125-400 | 150 | 125 | | | |
| 150-250 | 200 | 150 | 6400 | 6400 | 3300 |
| 150-315 | 200 | 150 | | | |
| 150-400 | 200 | 150 | | | |
| 150-500 | 200 | 150 | | | |
| 200-260 | 250 | 200 | 7400 | 6850 | 3800 |
| 200-315 | 250 | 200 | | | |
| 200-330 | 250 | 200 | | | |
| 200-400 | 250 | 200 | | | |
| 200-500 | 250 | 200 | | | |
| 250-300 | 300 | 250 | 9100 | 7000 | 6200 |
| 250-315 | 300 | 250 | | | |
| 250-400 | 300 | 250 | | | |
| 250-450 | 300 | 250 | | | |
| 250-500 | 300 | 250 | | | |
| 300-315 | 350 | 300 | 12000 | 9300 | 8600 |
| 300-360 | 350 | 300 | | | |
| 300-400 | 350 | 300 | | | |
| 300-500 | 350 | 300 | | | |

Aşağıdaki bağıntı sağlanmalıdır;

$$\left[\frac{\sum(F_V)}{(F_{V\,\max.})}\right]^2 + \left[\frac{\sum(F_H)}{(F_{H\,\max:})}\right]^2 + \left[\frac{\sum(M_t)}{(M_{t\,\max.})}\right]^2 \le 1$$



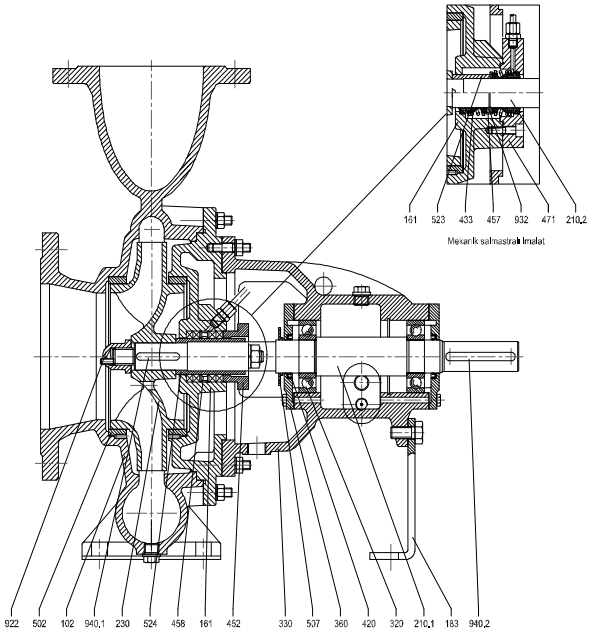

Burada $\Sigma\,(F_v)$, $\Sigma\,(F_H)$ i $\Sigma\,(M_t)$ pompa flanşlarına uygulanan kuvvetler ve momentlerin mutlak değerlerinin toplamıdır. Bu toplamda kuvvetlerin yönü ve flanşlar üzerindeki dağılımları dikkate alınmaz.

## 10.18 Santrifuj Pompalarda Karakteristik Arızalar ve Nedenleri

| ARIZALAR | | NEDENLERİ | |
|---|---|---|---|
| 1) | Pompa hiç su basmıyor veya debi eksik | 1,1 | Tesisatın sürtünme kayıpları (direnci) hesaplanan değerin üstündedir. (Sistemin toplam manometrik yüksekliği, pompanın nominal yüksekliğinden fazladır) |
| | | 1,2 | Emme yüksekliği fazladır. |
| | | 1,3 | Çok tıkanmış olabilir. |
| | | 1,4 | Dönüş yönü terstir. |
| | | 1,5 | Emme borusu yeterince sıvı içine dalmamıştır. |
| | | 1,6 | Emme borusunda hava kalmıştır. |
| | | 1,7 | Emme borularının bağlantılarından içeriye hava sızmaktadır. |
| | | 1,8 | Tesisatın toplam statik yüksekliği, pompanın basma yüksekliğinden fazladır. |
| | | 1,9 | Basma hattı tıkanmış. |
| | | 1,10 | Devir sayısı düşüktür. |
| | | 1,11 | Salmastradan hava sızmaktadır. |
| | | 1,12 | Pompa çalışmaya başlamadan evvel emme hattı su ile doldurulmamış, |
| | | 1,13 | Dip klapesi ve süzgeç tıkanmıştır. |
| | | 1,14 | Paralel çalışan pompalar paralel çalışmaya uygun değildir. |
| | | 1,15 | Emme borusunun çapı çok küçüktür. |
| 2) | Pompanın basma yüksekliği yetersiz | 2,1 | Emme borularının bağlantılarından veya dip klapesinden hava sızmaktadır. |
| | | 2,2 | Devir sayısı düşüktür. |
| | | 2,3 | Dönüş yönü terstir. |
| | | 2,4 | Sıvının vizkozitesi artmıştır. |
| | | 2,5 | Sistemin toplam manometrik yüksekliği hesap edilenden fazladır. |
| | | 2,6 | Sistemde paralel çalışan pompalar var ise, bu tesisat için pompalar paralel çalışmaya uygun değildir. |
| | | 2,7 | Çark aşınmış veya tıkanmıştır. |
| | | 2,8 | Pompa içinde aşırı dahili kaçak mevcuttur. |
| | | 2,9 | Basma hattı tıkalı. |
| 3) | Pompa bir müddet çalıştıktan sonra durmaktadır. | 3,1 | Pompa çalışmaya başlamadan önce emme hattı su ile doldurulmamıştır. |
| | | 3,2 | Emme hattında sıkışmış hava kalmıştır. |
| | | 3,3 | Emme hattından hava sızmaktadır. |
| | | 3,4 | Pompa basmaya başlayınca, emmedeki su seviyesi düşmekte ve sıvı ile birlikte hava emilmektedir. |
| 4) | Motor normalden fazla güç çekmektedir. | 4,1 | Motor devir sayısı normalden fazladır. |
| | | 4,2 | Dönüş yönü terstir. |
| | | 4,3 | Sistemin toplam manometrik yüksekliği, pompanın nominal manometrik yüksekliğinden eksik veya fazladır. (Yanlış manometrik yükseklik en büyük etkendir.) |
| | | 4,4 | Sıvının viskozitesi ve özgül ağırlığı yüksektir. |
| | | 4,5 | Çark tıkanmıştır. |
| | | 4,6 | Pompa mili eğilmiş veya dönen kısımlarla sabit kısımlar arasında sürtünme var. |
| | | 4,7 | Yıpranma halkası fazla aşınmıştır. |
| | | 4,8 | Salmastra fazla sıkılmıştır, mil çok sıkıdır. |
| | | 4,9 | Kaplin ayarı çok kötüdür. |
| | | 4,1 | Rulmanlar dağılmıştır. |

| SANTRİFÜJ POMPALARDA KARAKTERİSTİK ARIZALAR | | | |
|---|---|---|---|
| 5) | Pompa titreşim yapmakta ve gürültülü çalışmaktadır. | 5,1 | Pompa ve emme borularında hava cepleri kalmıştır. Hatalı emme borulama sistemi. |
| | | 5,2 | Emme yüksekliği fazla gelmekte, emiş tarafında sıvının buharlaşma basıncının altına inilerek kavitasyonun başlaması, |
| | | 5,3 | Dip klapesi ve süzgeç dar ve yetersiz veya kısmen tıkanmış olup, emme hattında fazla yük kaybına neden olmaktadır, |
| | | 5,4 | Emme borusunun ağzı, yeterince suyun içine dalmamıştır. |
| | | 5,5 | Pompa nominal debisinin çok altında veya üstünde çalışmaktadır. |
| | | 5,6 | Çark tıkanmıştır. |
| | | 5,7 | Pompa mili motor mili ekseninden kaçık veya pompa mili eğilmiştir. |
| | | 5,8 | Yataklar fazla aşınmış, iyi yağlanmamakta, rulmanlar dağılmış veya fazla ısınmaktadır. |
| | | 5,9 | Çark balanssız veya balansı bozuk, |
| | | 5,10 | Dönen kısımlarla sabit kısımlar arasında sürtünme var. |
| | | 5,11 | Pompa temeli yeterince rijit değil, |
| | | 5,12 | Emme ve basma kollektör bağlantıları rijit değil, |
| 6) | Yataklar çabuk aşınmaktadır | 6,1 | Pompa mili motor mili ekseninden kaçık veya pompa mili eğilmiştir. |
| | | 6,2 | Yatağın montajında kaçıklık mevcuttur. |
| | | 6,3 | Çark balanssız veya balansı bozuk, |
| | | 6,4 | Yataklarda yağlama düzgün değil veya pompa yağsız çalışıyor. |
| | | 6,5 | Çarkın dengeleme delikleri delinmemiş veya yetersiz. Eksenel itme dengelenememektedir. |
| | | 6,6 | Rulman tipleri çalışma koşullarına uygun değil, yanlış seçilmiş, |
| | | 6,7 | Kaplin ayarı bozuk. |
| | | 6,8 | Pompa temeli yeterince rijit değil, |
| 7) | Pompa fazla ısınmaktadır. | 7,1 | Pompanın bastığı debi normal debinin çok altında veya hiç su basmamaktadır. (Pompa kısık vanada çalışıyor.) |
| | | 7,2 | İki pompa paralel bağlı ise, pompalar birbirleri ile paralel çalışmaya uygun değil. |
| | | 7,3 | Dönen sabit kısımlar arasında sürtünmeler mevcuttur. |
| | | 7,4 | Yataklar tutukluk yapmakta veya mil eğilmiştir. |
| | | 7,5 | Eksenel itme dengelenememektedir. |
| | | 7,6 | Salmastralar aşırı sıkılmıştır. |
| | | 7,7 | Pompa temeli yeterince rijit değil, pompa titreşimleri çalışıyor. |
| | | 7,8 | Pompa kapalı veya çok kısık vanada çalışmaktadır. |
| 8) | Pompa çok sık rulman dağıtmakta, mil kesmekte ve motor yanmaktadır. | 8,1 | Emme problemi vardır. |
| | | 8,2 | Emme yüksekliği fazladır. |
| | | 8,3 | Emme tesisatı hatalıdır. |
| | | 8,4 | Sistemin manometrik yüksekliği yanlış hesap edilmiştir. Pompa sipariş değerlerinde çalışmamaktadır. Eğrinin çok sağında veya solunda (titreşimli bölgelerde) çalışmaktadır. Hattın basıncını manometre ile ölçünüz. |
| | | 8,5 | Pompa eğrinin çok sağında, kötü bölgede çalıştığı için motor yanabilir. |
| | | 8,6 | Pompa durunca ters dönüyor ve mil somunu çözülüyor. Çekvalf ve vana duruşta tam kapanmıyot. Geriye doğru basma hattından sürekli akış var. |
| | | 8,7 | Pompanın yatak montajı hatalı. |
| | | 8,8 | Pompanın mili eğri. |
| | | 8,9 | Pompanın mil çapı uygun değil. |
| | | 8,10 | Yıpranma halkası boşluğu çok artmıştır. |
| | | 8,11 | Hatalı rulman seçilmiş. |
| | | 8,12 | Yataklar yağsız |
| | | 8,13 | Çarkın dengeleme delikleri delinmemiş veya çarkın dengeleme kanatçıkları çok büyük yada hiç yok. |
| | | 8,14 | Çarkın kanatlarının arasına büyük katı parçalar girmiş. |
| | | 8,15 | Pompa çık sık devreye girip çıkıyor. |
| | | 8,16 | Hatalı motor seçilmiş (küçük güçte) |
| 9) | Motor ana şalteri açıyor. | 9,1 | Şalter gerekli akım için seçilmemiştir. (Şalter küçük) |
| | | 9,2 | Motor pompaya uygun seçilmemiş. |
| | | 9,3 | Motor arızalı |
| | | 9,4 | Şebeke geriliminde anormal dalgalanma var. |
| | | 9,5 | Pompa sıkışmış (kazıklamış olabilir) |

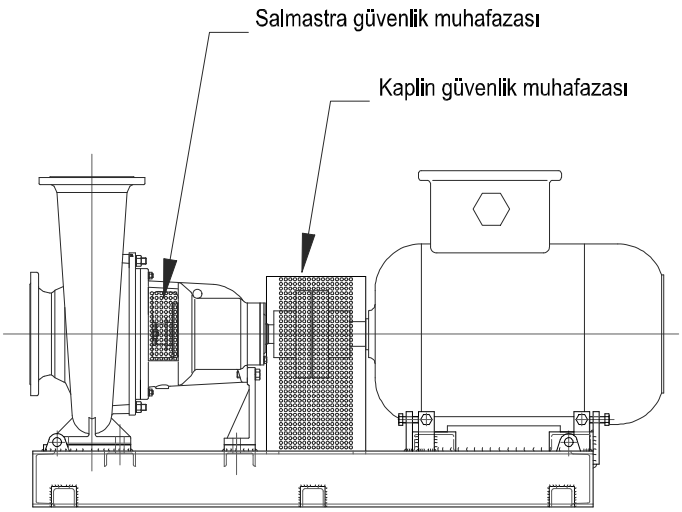
## 10.19 Pompa Kesit Resmi ve Parça Listesi




| No: | Parça adları: |
|---|---|
| 102- | Salyangoz |
| 161.1- | Salmastra kutusu |
| 161.2- | Salmastra kutusu (çift mek.salm.için) |
| 183 | Destek ayak |
| 210.1- | Mil |
| 210.2- | Mil (çift mek.salm.için) |
| 230- | Çark |
| 320- | Rulman |
| 330- | Yatak gövdesi |
| 360- | Yatak kapağı |
| 420- | Yağ keçesi |
| 433- | Mekanik salmastra |
| 452- | Glen |
| 457- | Segman |
| 458- | Fener halkası |
| 471- | Mekanik salmastra kapağı |
| 502- | Yıpranma halkası |
| 507- | Su siperi |
| 523- | Mek.salm.burcu (tek mek.salm.için) |
| 524- | Mil kılıfı |
| 922- | Çark somunu |
| 932- | Mekanik salmastra pulu |
| 940.1- | Çark kaması |
| 940.2- | Kaplin kaması |

*Şekil 10.24 Pompa kesit resmi ve parça listesi*

## 10.20 Pompada Salmastra ve Kaplin Güvenlik Muhafazaları




**Not :** Kaplin ve salmastra güvenlik muhafazaları EN 294'e uygundur.

*Şekil 10.25 Pompada salmastra ve kaplin güvenlik muhafazaları*

## 10.21 Norm Pompalar İçin Yağ Listesi

Yağlanan parçalar : Rulmanlar

## YAĞ ÖZELLİKLERİ

**A) Yağlama Tipi..... : Yağ banyosu (Sıvı yağ)**

**Yatak Sıcaklığı ..... : <50°C**
Üretici..... : SHELL
Yaı tipi..... : Tellus T 46
Yoğunluk ..... : 0.872 kg/dm3
Parlama noktası..... : 210°C
Akma noktası ..... : -39°C
Viskosite (20°C) ..... : 110 mm²/sn
Alternatif yağlar..... : Mobil DTE 26
İlk değiştirme..... : 300 saat
Değiştirme sıklığı ..... : 4000 saat
Max. Değişim ..... : 12 ay

**Yatak Sıcaklığı ..... : >50°C**
Üretici..... : SHELL
Yağ tipi..... : Tellus T 68
Yoıunluk ..... : 0.877 kg/dm³
Parlama noktası..... : 230°C
Akma noktası ..... : -36°C
Viskosite (20°C) ..... : 173 mm²/sn
Alternatif yağlar..... : Mobil 16M
İlk değiştirme..... : 300 saat
Değiştirme sıklığı ..... : 3000 saat
Max. Değişim ..... : 6 ay

| | Toplam Sıvı Yağ Miktarı | | Gres Yağ Miktarı |
|---|---|---|---|
| **Norm Pompa Tipi** | **Kg** | **Litre** | **Gram** |
| 40/200, 40/250, 50/200, 50/250, 65/200, 80/160 | 0.1 | 0.11 | 5 |
| 50/315, 65/250, 65/315, 80/200, 80/250, 80/315, 100/200, 100/250, 100/315, 125/200, 125/250 | 0.2 | 0.26 | 7 |
| 80/400, 100/400, 125/315, 125/400, 150/250, 150/315 | 0.3 | 0.36 | 8 |
| 150/400, 200/315 | 0.3 | 0.34 | 10 |
| 150/500, 200/400, 250/315 | 0.5 | 0.52 | 12 |
| 200/500, 250/400, 250/500, 250/450, 300/315, 300/400 | 0.8 | 0.90 | 14 |

**B) Yağlama Tipi.....: Gres**
Viskosite (40°C) ..... : 80 cst
Kıvam derecesi ..... : 3
Kullanım sıcaklığı ..... : -20°C ˜ +140°C
Uzun süre kullanım sıcaklığı..... : 75°C
Değiştirme sıklığı ..... : 1500 ˜ 2500 saat
Yağ tipi..... : SHELL RETİNAX HD2
Alternatif yağlar..... : MOBİL GREASE XHP222

| **DİKKAT** | - İlk değiştirme ve değiştirme sıklığı, çalışma şartlarına ve gerçek çalışma zamanına bağlıdır. **Bu süreyi işletmecilerin belirlemesi daha sağlıklı olmaktadır.** |
|---|---|

## B. DALGIÇ (DAS ) POMPALAR

### 10.22 Emniyet

Pompaların, besleme yapacakları sisteme bağlanması belirli esaslarla düzenlenmiştir. Pompanın bağlanacağı sistemin işletimi ile ilgili esaslar bu kılavuzun kapsamı dışındadır. Arızaların çıkmaması ve pahalı bakım masraflarının doğmaması için kılavuzdaki kurallara uyulmalıdır.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Bu kılavuzdaki uyarılar dikkate alınmadığı zaman insana, çevreye ve ortamdaki makinalara zarar verebilecek kazalar ortaya çıkabilir. |

### 10.23 İşletmeci İçin Güvenlik Uyarıları

Dalgıç pompalarda basılacak sıvı sıcaklığı +40°C'ı geçmemelidir. Pompa Türbosan A.Ş.'nin bilgisi dışındaki koşullarda ve siparişteki işletme değerlerinin dışında kesinlikle çalıştırılmamalıdır. Çalıştırıldığı takdirde Garantimiz geçersizdir.

Elektrik motor gövdesine ve salmastra yağlama hücresine (yağ haznesi) su kaçması halinde, alarm verecek elektrodlu ikaz sistemi bulunmaktadır. Aşırı ısınma ve su kaçağı ihtimaline karşı Türbosan STR-1 röle kullanılması zorunludur.

- Yaş monte edilen dalgıç pompayı kuru çalıştırmayınız.
- Pompayı ani sıcaklık değişikliklerine maruz bırakmayınız.
- Kullanılan akışkan için işletme değerlerinde açıklanan yoğunluk değerlerini geçmeyin.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Pompanın montajı, işletmeye alınması, tamir ve bakım işleri Türbosan merkez servise ve elektrik işleri mutlaka ehliyetli elektrikçilere yaptırılmalıdır. Bunun dışındaki uygulamalardan doğacak sonuçlardan TÜRBOSAN A.Ş. sorumlu değildir. |

### İzin Verilmeyen Kullanma Koşulları

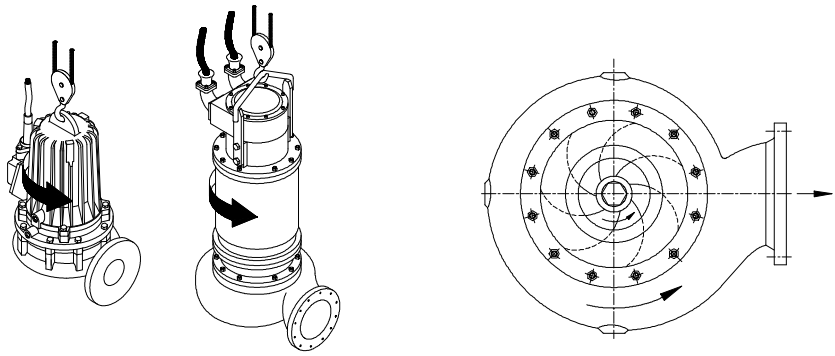
Bu emniyet kılavuzundaki esaslar, Dalgıç pompaların siparişte tanımlanan işletme değerleri sınırlandırılan kullanım ölçüleri içerisinde geçerlidir. Akışkan cinsinin değiştirilmesi, devir sayısının değiştirilmesi v.b. durumlarda; kavitasyon, titreşim bölgelerinde çalışma ve sınır değerlerinin aşılması, emniyetli çalışma koşullarının ortadan kalkması söz konusu olabileceğinden Türbosan A.Ş. yetkililerine danışmak gerekmektedir.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Bu pompalar patlayıcı ortamlarda, yanıcı ve patlayıcı sıvıların pompalanmasında kesinlikle kullanılmaz. |

## 10.24 Dönüş Yönü ve Elektrik Bağlantısı

### 10.24.1 Dönme Yönü

- Pompalarımızın dönüş yönü motordan pompaya bakıldığında çarkın dönüş yönü saat ibresi yönündedir.
- İlk çalıştırmada ve herhangi bir sebeple elektrik sisteminde veya motor kontrol kablosunda bir değişiklik yapıldıktan sonra pompanın dönme yönünü mutlaka kontrol edin. Fazlar ters bağlanmış olabilir. Eğer pompa ters yönde dönerse pompanın kapasitesi düşer ve motor fazla akım çeker.
- Dönme yönünü aşağıdaki gibi kontrol edebilirsiniz.
  1- Pompayı serbest hareket edebilecek şekilde askıya alınız. Bu işlemi pompayı görebilecek kadar kaldırarak ancak depodan çıkarmadan da yapabilirsiniz.
  2- Kısa bir süre için şalteri açıp tekrar kapayınız.
  3- Şalteri açtığınız anda pompa üstten bakıldığında saatin tersi yönünde hareket etmeye çalışıyorsa dönme yönü doğrudur. (Şekil 10.26.a bakınız.)
  4- Pompa saat yönünde tepki veriyorsa iki fazın yerini değiştirip tekrar deneyiniz.
- Pompayı yere alttan pompa çarkına bakarak da dönme yönünü kontrol edebilirsiniz. Bu durumda, pompa çarkının dönüş yönü saatin aksi yönde olmalıdır. Başka bir deyişle, salyangozun çıkış ağzına doğru dönmelidir. (Şekil 10.26 b)



(a) (b) Emme ağzından bakış

*Şekil 10.26 Dalgıç pompaların dönüş yönleri*

### 10.24.2 Elektrik Bağlantıları

- Tüm elektrik işlerinin ehliyetli elektrikçilere veya yetkili servislere yaptırınız.
- Türbo-Dalgıç tipi pompanın dalgıç motoru 380 V-3 faz alternatif akımla çalışır. Şebeke geriliminizi kontrol ediniz.
- Direkt çalışan motorlarda (5.5 kW ve daha küçük güçlerde) yol verme akımı nominal akımın yaklaşık 6 katıdır. Sigortalar bu akıma dayanabilmelidir.
- Yıldız-üçgen bağlantı ile çalışan 7.5 kW ve üstü güçlerde yol verme akımı nominal akımın yaklaşık 2 katıdır, sigortalar buna göre seçilmelidir.
- Motor sarımında sıcaklığın artması durumunda devreyi kesen termistörler vardır. Bunlardan çıkan kontrol tabloları (T) ile işaretlenmiştir. Bu devreyi mutlaka STR-1 koruma rölesine bağlayınız.
- Termistörler motorun su seviyesi üstünde kaldığı durumlarda (Min. su seviyesi civarındaki uzun süreli çalışmalarda) motorun aşırı ısınması halinde devreyi keser ve motoru

yanmaktan korurlar. Bu bakımdan koruma rölesinin arıza yapması durumunda STR-1 röleyi devre dışı bırakmayınız derhal yenisini monte ediniz.

- Dalgıç tipi pompa, motor gövdesine veya yağ haznesine su girmesi halinde uyarı sinyali veren su kaçağı elektrodu ile donatılmıştır. ELEKTROTUN SİNYALİNİ DEĞERLENDİRMEK İÇİN PANODA MUTLAKA BİR "STR-1 KORUMA RÖLESİ" KULLANMAK GEREKİR. TÜRBOSAN STR-1 RÖLESİ SU KAÇAĞI VE TERMİSTÖR SİNYALLERİNİN BİRLİKTE DEĞERLENDİREN KOMPLE BİR RÖLEDİR. Bu röle kullanılmadığı takdirde garantimiz geçersizdir. Elektrota bağlı kontrol tablosu (E) ile işaretlenmiştir.
- Motor yol verici şalteri kontaktör tipinde olmalıdır.
- Motor aşırı yüke karşı termik röle ile korunmalıdır. Termik röle motorun nominal değerine ayarlanmalıdır.
- Dalgıç tipi pompalar seviye kontrollu olarak çalıştırılır. Seviye kontrolu için Türbosan F-100L tipi seviye flatörleri kullanılmalıdır. Bu tip flatörün çalışma ve durma seviyeleri karşı ağırlığın kablo üzerindeki yeri ve kablonun askı boyu değiştirilerek ayarlanabilir. Flatör 220 V gerilimde çalışabilir, ancak emniyet için 24 V.AC gerilimde çalıştırılması tercih edilmelidir.
- Çalışma ve durma seviyeleri arasındaki fark 15-40 cm ise tek flatörlü sistemi kullanabilirsiniz. Seviye farkı 40 cm'den fazla ise çift flatör kullanmanız gerekir. Flatör arasındaki mesafe çok kısa olur ise pompa çok sık devreye girip çıkar. Bu durum pompaya zarar verebilir.

### 10.24.3 Kumanda Panosu

Pompa standartlara ve emniyet direktiflerine uygun bir emniyet panosu ile çalıştırılmalıdır. Panolar suyun kolayca ulaşamayacağı yerlere monte edilmelidir. Her türlü elektriksel ekipman Kontaktör Termik Röle v.s.) standartlara uygun kullanılmalıdır.

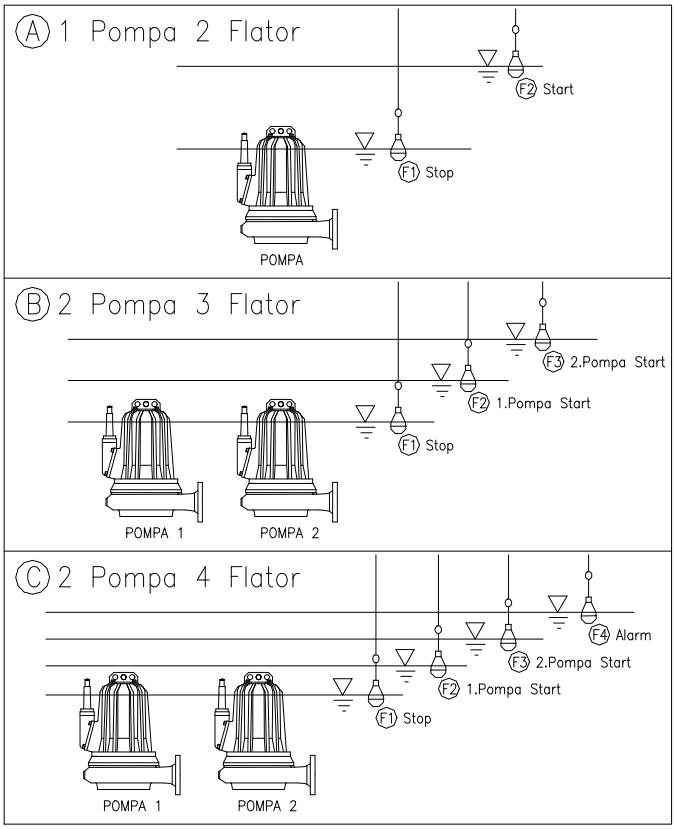
| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Pano devresi içinde termik koruma, akım rölesi v.b. kontrol elemanlarının yanında Türbosan STR-1 aşırı ısınma (termistör) ve su kaçağı rölesi kesinlikle kullanılmalıdır. Aksi halde Garantimiz geçersizdir. |

#### 10.24.3.1 Pano Çalıştırma

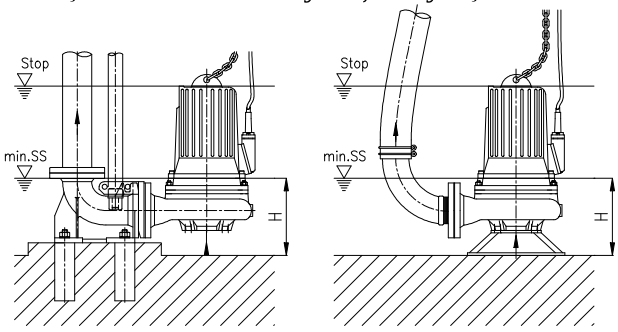
1) Tüm bağlantıların (kablo, STR röle, seviye flatörü v.s.) ilgili standartlara ve kurallara uygun yapıldığını kontrol ediniz.
2) Pano içerisindeki sigortaları açınız.
3) Pompa dönüş yönünü kontrol ediniz.
4) Pano El 0 OTM sistem ise;
   Şalteri El konumuna aldığınızda;
   a) Alt seviye şamandırasından yukarıda su mevcutsa start butonuna basarak panoyu devreye sokuyoruz.
   b) Seviye alt flatöre indiğinde pano otomatik olarak stop eder. Şalter otomatik konuma alındığında;
      b.1) Pano su seviyesi üst flatöre çıkana kadar beklemede kalır.
      b.2) Su üst flatöre geldiğinde pano start yapar.
      b.3) Pompa su seviyesini alt flatöre indirene kadar çalışır ve stop eder.
5) Pano 2 pompa 3 flatörlü sıra seçmeli sistem ise, hangi pompayı ilk start vermek istediğinizi seçiniz.

a) Su seviyesi 1 flatör Alt (stop) seviyesinden yukarıda ise start vererek (manuel) çalıştırabiliriz.
b) Otomatik olarak su 2.flatör (start) seviyesine çıktığında seçmiş olduğunuz pompa start ederek çalışmaya başlar.
c) Eğer pompa gelen suyu yenemez ise 3.flatör (start) ederek 2.pompayı devreye sokarak alt (stop) flatörüne kadar her iki pompa birlikte çalışır.

6) Pano özel yapılmış ise üretici firmanın tariflerine ve tek hat şemasına uygun olarak panoyu çalıştırınız.



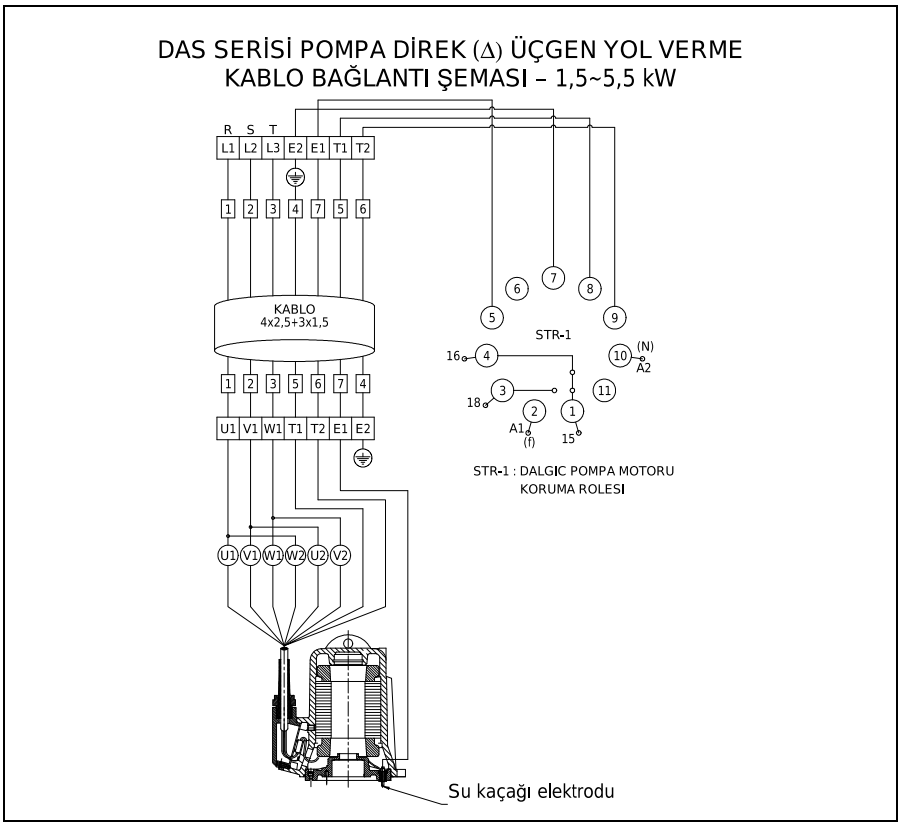

*Şekil 10.27 Flatör seviye ve fonksiyon şeması*




*Şekil 10.28 Minimum su seviyesi*

### 10.24.3.2 Elektriksel Bağlantılarla İlgili Bilgiler Ve Uyulması Gereken Kurallar

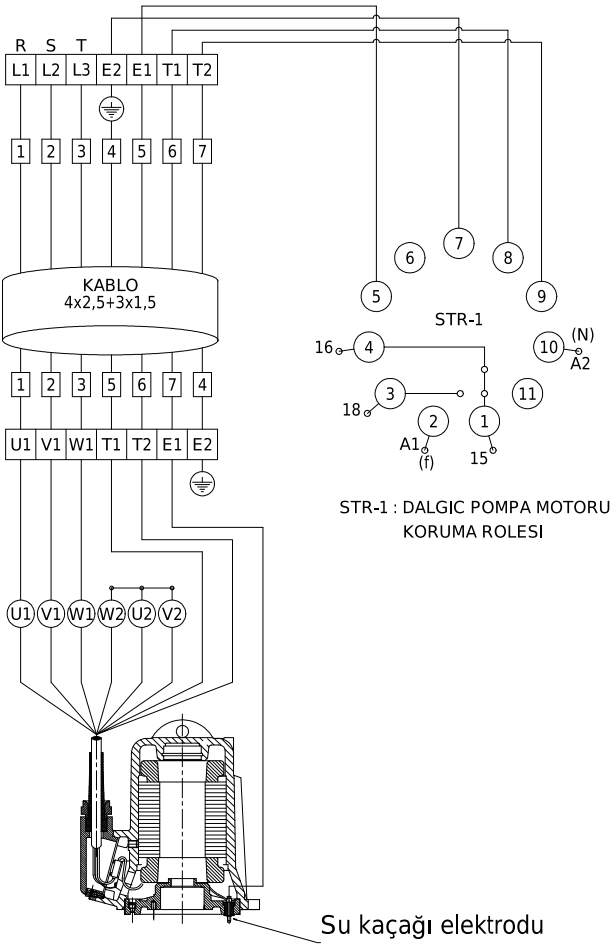
Bütün topraklama iletkenleri, diğer bağlantılardan önce sistemin topraklama devresine bağlanmalıdır. Topraklama iletkenleri, motor bağlantısı kesileceğinde en son çıkarılacak olan bağlantıdır. Aşağıda Türbosan marka Dalgıç pompaların KABLO BAĞLANTI Şemaları verilmiştir.




| Kablo Uç Numarası | Ana Hat | | Kablo Rengi | Klemens Bordu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | R | L1 | Kahve | U1 |
| 2 | S | L2 | Yeşil | V |
| 3 | T | L3 | Siyah | W |
| 4 | | | Sarı+Yeşil | |
| 5 | | | Kırmızı | T1 |
| 6 | | | Kırmızı | T2 |
| 7 | | | Mavi | E |
| | | | | |
| | | | | |

| STR-1 RÖLE BAĞLANTI UÇLARI | |
|---|---|
| E | Su Kaçağı |
| | |
| T1 | Termistör Uçları |
| T2 | |
| 15 | Röle Kontak Uçları |
| 16 | |
| 18 | |
| A1 (F) | Röle Bobin Uçları 220V |
| A2 (N) | |

DAS SERİSİ POMPA (Y) YILDIZ YOL VERME
KABLO BAĞLANTI ŞEMASI – 1,5~5,5 kW

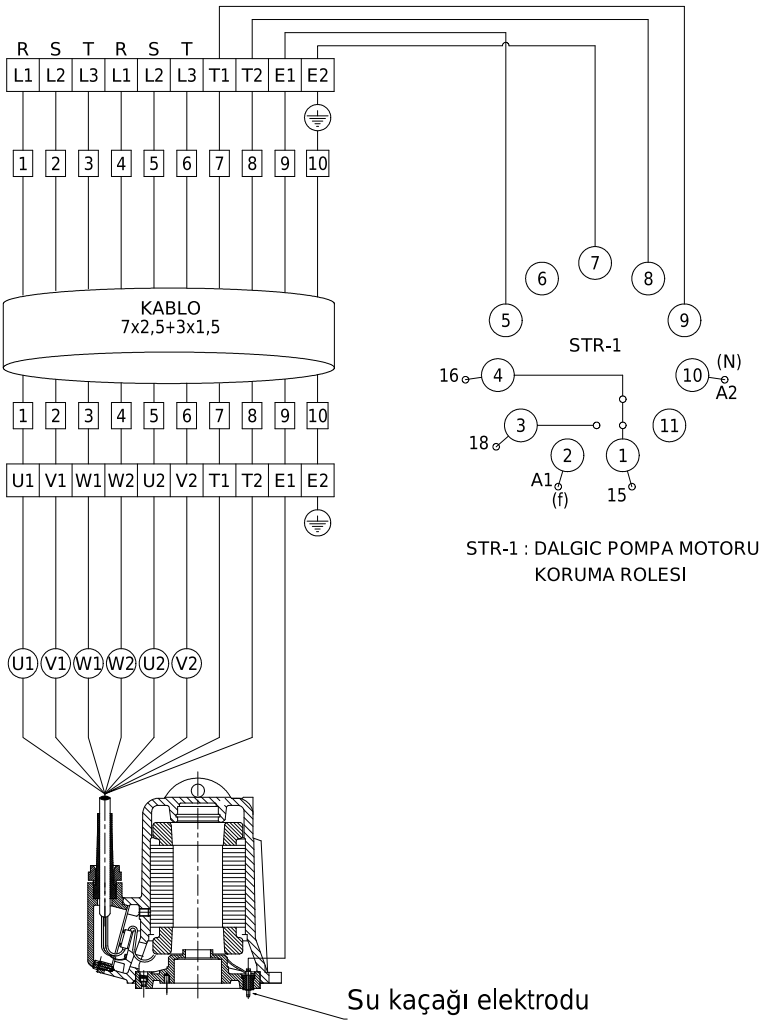



STR-1 : DALGIC POMPA MOTORU
KORUMA ROLESI

| Kablo Uç Numarası | Ana Hat | | Kablo Rengi | Klemens Bordu |
|---|---|---|---|---|
| 1 | R | L1 | Kahve | U1 |
| 2 | S | L2 | Yeşil | V |
| 3 | T | L3 | Siyah | W |
| 4 | | | Sarı+Yeşil | |
| 5 | | | Kırmızı | T1 |
| 6 | | | Kırmızı | T2 |
| 7 | | | Mavi | E |
| | | | | |
| | | | | |

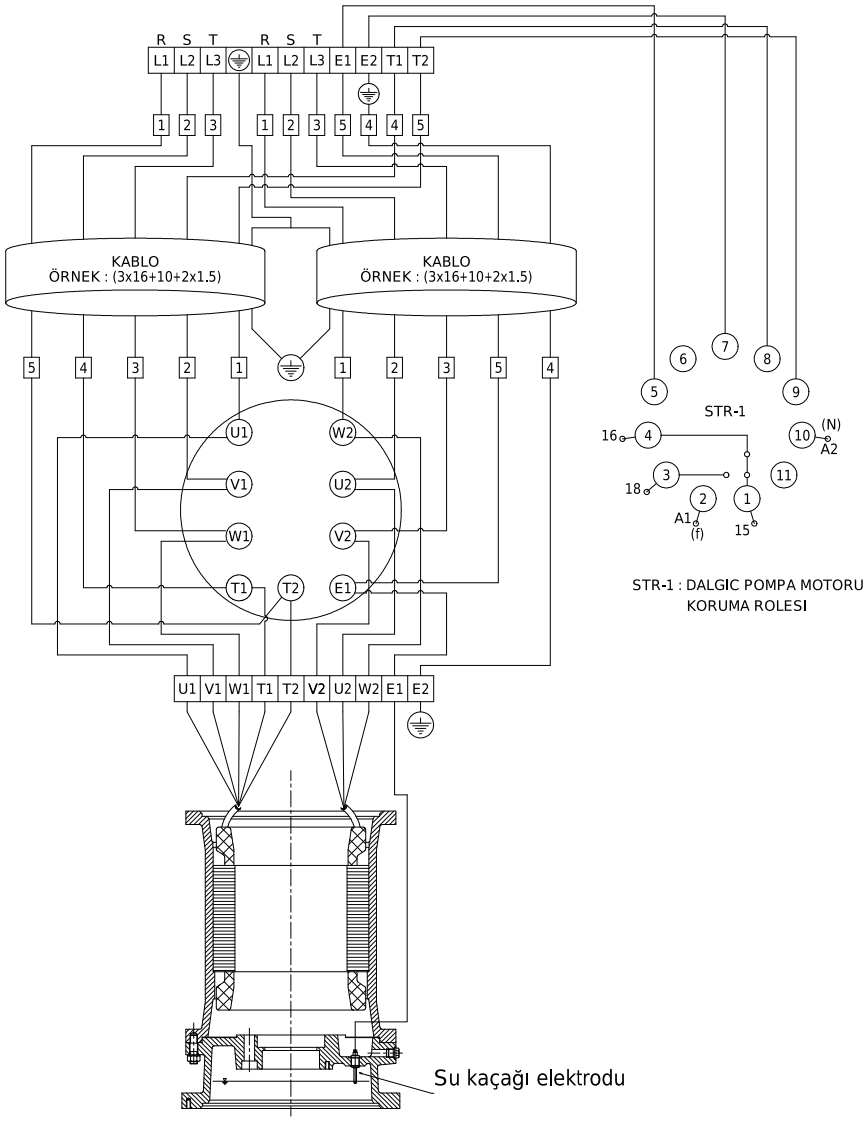
| STR-1 RÖLE BAĞLANTI UÇLARI | |
|---|---|
| E | Su Kaçağı |
| | |
| T1 | Termistör Uçları |
| T2 | |
| 15 | Röle Kontak Uçları |
| 16 | |
| 18 | |
| A1 (F) | Röle Bobin Uçları 220V |
| A2 (N) | |

## DAS SERİSİ POMPA (Y/Δ) YILDIZ/ÜÇGEN YOL VERME KABLO BAĞLANTI ŞEMASI – 7,5~11 kW



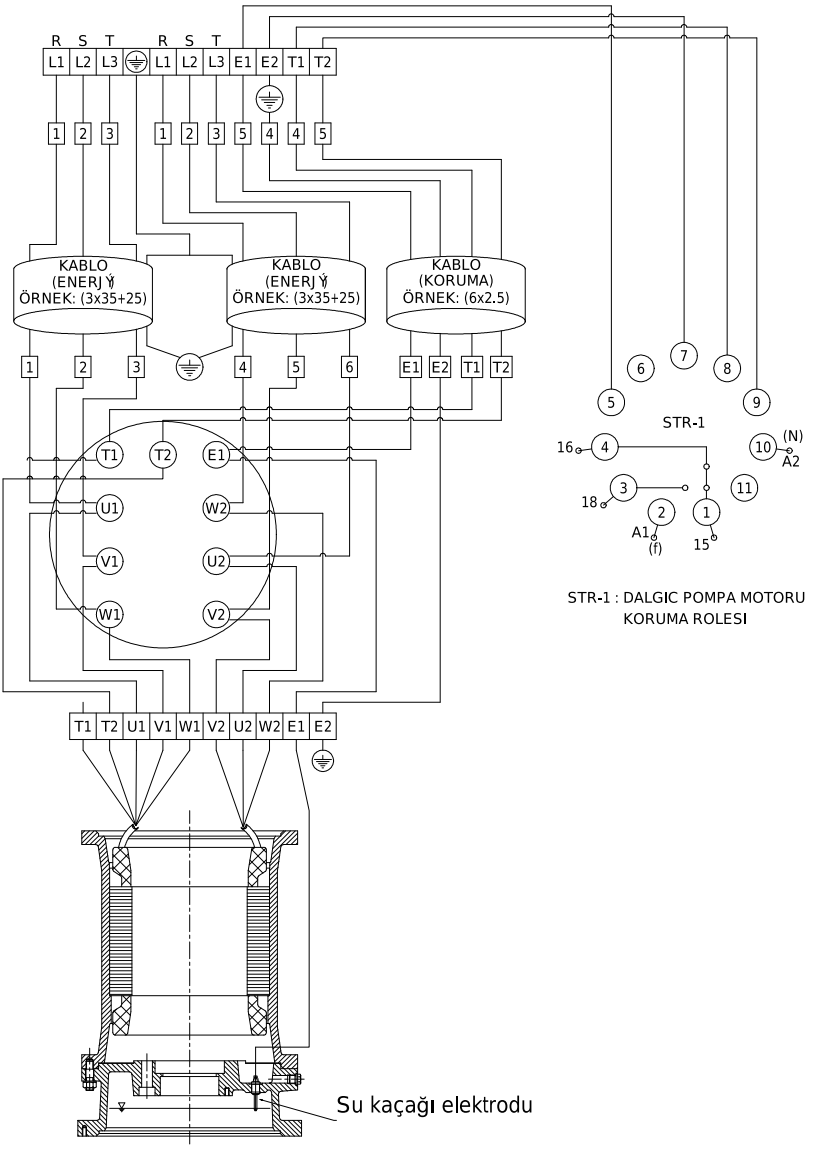

STR-1 : DALGIC POMPA MOTORU KORUMA ROLESI

# DAC SERİSİ POMPA (İKİ KABLOLU) (Y/Δ) YILDIZ/ÜÇGEN YOL VERME KABLO BAĞLANTI ŞEMASI – 15~55 Kw




STR-1 : DALGIC POMPA MOTORU KORUMA ROLESİ

DAC SERİSİ POMPA (ÜÇ KABLOLU) Y/Δ YOL VERME KABLO BAĞLANTI ŞEMASI – 75~400 kW




STR-1 : DALGIC POMPA MOTORU KORUMA ROLESİ

| DİKKAT | **Bağlantılar :** |
|---|---|
| | - Zayıf ve gevşek bağlantılar kolaylıkla motora, panoya, insana, çevreye ve enerji kablolarına zarar verebilir. Bu nedenle kablo bağlantılarının uygun şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir. Pano giriş kablo kesiti ve topraklama lamaları motor-pompa gücüne uygun olmalıdır. |

### 10.24.3.3 Elektrikli Ekipman

- Elektrikli kontrol paneli yürürlükteki işçi sağlığı ve iş güvenliği hükümlerine ve ilgili standartlara uygunluğunu kontrol edin. Özellikle pano koruma özellikleri tesis yerine uygun olmalıdır. (Dahili tip, Harici tip, PVC, vs) Elektrikli ekipmanların kuru ve iyi havalandırılmış yerlere kurulması tavsiye olunur.
- Motor gücüne uygun olmayan veya kalitesiz ucuz elektrik ekipmanları kolayca bozulacaktır ve bunun sonucunda motora zarar verecektir.
- Panoların kaliteli ekipmanlarla kurulması güvenilir ve emin bir çalışma sağlar. Pano içerisinde kullanılan tüm malzemeler ISO – TSE – IEC belgeli olmalıdır. Malzeme ve teçhizatın seçimi ilgili standartlara uygun olmalıdır, kontrol ediniz.
- Pano arası kablo kesiti motor gücüne ve mesafeye uygun seçilmelidir. Aksi halde pano ve sistem zarar görebilir.

Bütün panolarda mutlaka bulunması gereken aksamlar:

1) Motor gücüne uygun bir sigorta veya kısa devrelere karşı manyetik koruma,
2) Yüksek kesme gücüne sahip üç kutuplu çabuk durdurmalı bir kontaktör,
3) Aşırı yüklenmeler sonucu elle müdahale edilebilen üç kutuplu termik röle,
5) Kuru çalışmaya karşı koruma sağlayan Türbosan F-100L seviye flatörü,
*6) Özellikle dalgıç pompalarda motor su kaçağı ve aşırı ısınmalara karşı koruyan Türbosan STR-1 röle kullanılmalıdır.*
*7) Bunun dışındaki her türlü ekipmanlar için pano üreticinizle görüşünüz.*

### 10.24.3.4 Güç Kaynağı Voltajı

Genelde panolar giriş gerilimi 380V. 50Hz. Olarak üretilmektedir. (Özel siparişlerde motor gücüne göre 60Hz olarak da üretilmektedir.)
Dönme yönünde bir yanlışlık, pompanın enerji alımının tahmin edilenden çok daha yüksek olması nedeniyle motora zarar verebilir. Bu nedenle pompa ters dönüyor ise, pano giriş fazlarından ikisinin yerini değiştirerek dönüş yönünü düzeltiniz. Fazlar arasındaki dengesizlik + %5'i geçmemelidir.

### 10.24.3.5 Standart Dalgıç Pompa Panosu Çalışma Prensibi

A) 1 pompa – 2 flatörlü yol verme sistemi :
- Sistemde alt ve üst seviye olmak üzere 2 adet seviye flatörü kullanılmaktadır.
- Pano kapağında; 1 adet start, 1 adet stop ve 1 adet 1-0-2 konumlu pako şalter bulunmaktadır.

Pako şalterin kullanım amacı ve şekli:
- (1) Manuel yo verme (çalıştırma):
  - Start butonuna basınca pompa çalışır.
  - Stop butonuna basınca pompa durur.
  - Pompa bu konumda çalışırken stop butonuna basılmadığı takdirde, pompa sürekli çalışmaya devam eder.
  - Manuel çalışmada pompa, alt ve üst seviye flatörlerinden bağımsız çalışır.
  - Manuel çalışma kısa süreli ve kontrollü bir çalışmadır. Pompayı susuz ortamda çalıştırmayınız.
- (0) Sistemde enerji yoktur, pompa çalışmaz.
- (2) Otomatik yol verme :
  - Su üst seviye flatörüne kadar yükseldiğinde pompa otomatik olarak devreye girer.

- Su üst seviye flatörü seviyesine düştüğünde pompa otomatik olarak durur. Su üst seviye flatörüne yükselene kadar pompa çalışmaz.
- Bu konumda pompa start butonu ile çalıştırılamaz.

B) 2 pompa – 3 flatörlü yol verme şekli :

- Sistemde 3 adet seviye flatörü bulunmaktadır.

1.Flatör; alt seviye flatörü olup, pompaları devre dışı bırakır.
2.Flatör; ana pompanın çalışmasını sağlar.
3.Flatör; yedek pompanın çalışmasını sağlar.

- Pano kapağında 2 adet start, 1 adet stop ve 1 adet sıra seçme amaçlı 1-0-2 konumlu pako şalter bulunmaktadır.
- Pako şalterin (sıra seçme) kullanım şekli:

• (1) konumunda ise:
  - Su seviyesi 2 no.lu flatörün seviyesine çıktığında 1 no.lu pompa devreye girer.
  - Su yükselmeye devam ettiği takdirde; su seviyesi 3 no.lu flatörün seviyesine gelince 2 no.lu yedek pompa devreye girer.
  - Her iki pompa, su seviyesi alt flatör seviyesine düşene kadar çalışır.
  - Su seviyesi alt flatör seviyesine gelince pompalar durur.

• (0) konumunda ise:
  -Pompalar çalışmaz.

• (2) konumunda ise:
  -Ana pompa ile yardımcı pompa öncelik sırası açısından yer değiştirir. (1) konumunda belirtilen şekilde pompalar yer değiştirerek (yedek asıl / asıl yedek) çalışırlar.

• Bu pano sisteminde pompalar manuel çalıştırılamaz.

- Pako şalter 1 veya 2 konumda ve depodaki su seviyesi alt seviye flatörün üstünde ise, pompalardan birinin start düğmesine bastığınız takdirde start düğmesine batığınız pompa çalışır.
- Su seviyesi 1 no.lu alt seviye flatörünün altına düştüğü takdirde pompalar hiçbir şekilde çalıştırılamaz.

### 10.24.3.6 Bakım ve Kontroller

**Elektrik panosunda düzenli ve sürekli bir çalışma elde etmek için, her 6 ayda bir elektrik ekipmanlarının randımanlı çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Aşınan parçalar var ise bunların yenisi ile değiştirilmesini sağlayın. (Kontaktörün kontak takımları gibi). İşletme koşulları ağır ise bu süre daha kısa tutulmalıdır. Pano üreticisinin talimatlarına uyunuz.**

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - İlgili ekipmanları çalıştırmadan önce İşletme ve Bakım Talimatlarını okuyunuz.<br>- Pano, pompa, elektrik ekipmanı ve diğer teçhizatın montajı, işletmeye alınması, tamir ve bakım işlemi Türbosan Yetkili Servislerine, elektrik işlerini mutlaka ehliyetli elektrikçilere yaptırınız. Bunun dışındaki uygulamalardan doğacak sonuçlardan Türbosan A.Ş. sorumlu değildir.<br>- İş güvenliği kurallarına uyunuz.<br>- Sistem çalışırken elle dokunmayınız . |

### 10.24.4 Nakliye, Depolama, Taşımada Emniyet Tanımları

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Pompanın taşınması yeterli kaldırma kapasitesinde ve emniyetli araçlarla yapılmalı<br>- Pompa askı kolundan taşınmalı. Kesinlikle başka bir noktadan veya kablodan tutarak taşınmamalıdır.<br>- Pompanın taşınması sırasında kablosu sarılı ve paketlenmiş olmalıdır.<br>- Kablolar kesinlikle açılmış ve dağınık şekilde bulunmamalı üzerine başka bir yük bırakılmamalıdır.<br>- Pompanın taşınması sırasında kesinlikle askıda bekletilmemelidir.<br>- Pompa dökümanları yanlarında bulunmalıdır.<br>- Pompa kuru, kapalı ve ortam sıcaklığı max. 30°C olan yerde depolanmalıdır. 50°C'nin altında bir yerde depolanmamalıdır.<br>- Pompaların boyutları ve ağırlıkları kataloglarda verilmiştir. Şayet ağırlık belirsiz ise Türbosan'a sorunuz. |

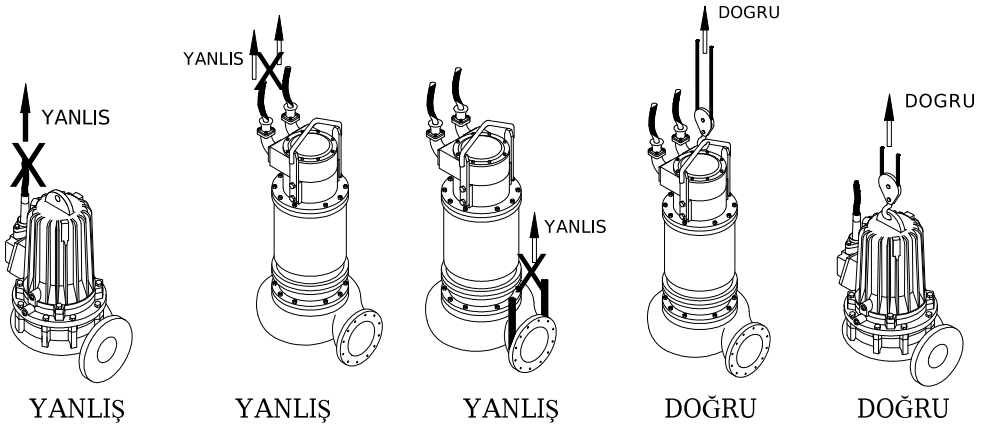
#### 10.24.4.1 Ambalajın Açılması

- Ambalajın veya ürünün nakliye sırasında zarar görüp görmediğini kontrol ediniz. Nakliye sırasında herhangi bir hasar olmuş ise nakliye firmasına, sigorta firmasına ve Türbosan'a bildiriniz. Hasarlı pompanın mutlaka çeşitli açılardan fotoğrafını çekiniz. Kurumlara tanım için gereklidir.
- Ambalajlanmış pompa ve varsa ilgili ekipmanları kontrol ederek çıkartınız. Sevk irsaliyesindeki malzemelerin eksiksiz gönderilip gönderilmediğini kontrol ediniz. Eksik malzeme varsa Türbosan'a bildiriniz.
- Ambalaj mutlaka yetkili ve ürünü tanıyabilen personele açtırılmalıdır.

#### 10.24.4.2 Taşıma

- Pompayı taşırken iş kazalarına neden olmamak için İşyeri Güvenliği ve Emniyeti kurallarına kesinlikle uyunuz. Gerekli güvenlik tedbirlerini almadan taşıma yapmayınız.
- Taşıma yapan personel baret (kask), eldiven, sert uçlu ayakkabı gibi güvenlik ekipmanı kullanmalıdır.
- Taşıma, depolama mutlaka en az iki kişi ile yapılmalıdır.
- Taşıma için pompa ağırlığına uygun araçlar kullanılmalıdır. Taşımadan önce pompanın ağırlığı, dış boyutu, kaldırma noktaları ve ağırlık merkezi dikkatlice kontrol edilmelidir.
- Taşıma esnasında hatalı taşıma veya bozuk yolda taşıma nedeni ile mekanik salmastra zaman zaman zarar görebiliyor. Taşıma sonucu yerde yağ birikintisi olup olmadığını kontrol ediniz. Şayet yağ birikintisi varsa pompa asla bu şekilde çalıştırmayınız ve Türbosan merkez servise haber veriniz.
- Pompanın gireceği kapı veya bölmenin boyutlarının uygun olup olmadığını taşımadan önce kontrol ediniz.
- Taşınan ve kaldırılan yük uzun süre askıda kaldırılmış olarak tutulmalıdır.
- Taşıma ve kaldırma sırasında hızlandırma ve frenleme gibi işlemler çalışan personele zarar verecek şekilde yapılmamalıdır.
- Pompa aşağıda belirtilen şeklin dışında kaldırma ve taşıma yapılmamalıdır. Kapalı sandık ambalaj forkliftle sandık altından kaldırılmalıdır.

| DİKKAT | |
|---|---|
| | - Pompayı ve ekipmanları taşınırken iş güvenliği ve emniyeti kurallarına uyunuz. Kaldırılan ve taşınan yükün altında ve yanında asla insan durmamalıdır. |




*Şekil 10.29 Pompanın taşınma biçimleri*

### 10.24.4.3 Depolama

- Pompanın hemen kullanımı gerekmiyorsa, kuru, sarsıntısız kapalı sahada ve düşey konumda depolanmalıdır. Açık alanda depolamak gerektiği zaman pompa muhafaza altına alınmalı ve dış etkilerden kapatılarak korunmalıdır.
- Depolama süresince pompanın içerisine yabancı maddeler girmesi emme ve basma ağızları kapalı bırakılarak engellenmeli.
- Pompanın mekanik salmastralı olması ve uzun süre (3 aydan fazla) beklemesi halinde mekanik salmastra yüzeyleri basınç altında olduğundan noktasal kaynaklar oluşmaması ve sızdırmazlık yüzeyinin bozulmaması için pompa haftada bir kez 2 - 3 tur elle çevrilmelidir.
- Don tehlikesine karşı pompanın içinde su bırakmayınız.
- Pompa taşıma pozisyonuna uygun alınabilecek şekilde muhafaza edilmelidir. Kesinlikle çekiştirerek veya iterek hareket ettirilmemelidir.
- Pompa zarar görebileceği atmosferik ve kimyasal ortamlarda muhafaza edilmemelidir.
- Pompanın üzerine asla yük koymayınız.

## 10.24.5 Tesisatın Tasarımı

### 10.24.5.1 Boru Hattı

- Manometrik yükseklik, boru hattının tasarım debisindeki kayıplarını karşılayabilmelidir.
- Ani kesit değişimleri ve keskin dönüşlü dirsekler kullanılmasından kaçınılmalıdır.
- Sıcaklık etkisiyle oluşabilecek gerilmeleri ortadan kaldırmak amacıyla önlemler alınmalıdır.

- Boru donanımının, kendi yükünü ve işletme sırasında dinamik kuvvetlerin etkisinden doğacak gerilmelerini taşıyacak şekilde desteklenmesi tasarlanmalıdır.
- Bağlantı parçalarında eksenel kaçıklıklar önlenmelidir.
- Tesisin tasarımında, tasarım debisi, pompa boyutları ve pompanın yol verme sayısı dikkate alınarak emme haznesinin boyutlandırılması yapılmalıdır.
- Basılacak sıvı kum ihtiva ediyorsa akış hızı yatay boruda en az 1.5 m/s düşey boruda 2.5 m/s olmalıdır.
- Akış hızı maximum 3.5 m/s olmalıdır.
- Akış hızı minimum 0.8 m/s olmalıdır.
- Emme haznesine gelecek katılar dikkate alınarak bir süzgeç sistemi kullanılarak kontrol altına alınmalıdır. Emme haznesine kesinlikle büyük parçalar gelmemelidir.
- Basma hattına geri dönüşü önlemek için çekvalf koyunuz (Şekil 10.14.2). Aksi halde pompa zarar görebilir.

#### 10.24.5.1.1 Değişik Emme Yüksekliklerinde Çalışma

- Tesisatın içinde herhangi bir noktada hava cebi oluşmasına kesinlikle müsaade edilmemelidir.
- Pompanın boyutları ile bağlantılı olarak verilen minimum sıvı seviyesi (seviye flatörünün ayarlandığı stop seviyesi) altındaki seviyede pompanın çalıştırılması kesinlikle önlenmelidir. Aksi halde pompa gövdesinde (salyangozda) hava cebri oluşabilir.
- Seviyenin yükselmesi halinde bu hava atılamayacağından basınç oluşmaz. Bu sebeple çekvalf v.b. elemanlar açılamayacağından akış olmayabilir. Salyangoz içindeki hava mutlaka tahliye edilmelidir.

#### 10.24.5.1.2 Debi Ayarı

Boru hattından istenen debinin geçmesi için pompa çıkış hattı üzerinde kullanılan vananın kısılması yoluyla ayar yapılabilir. Bu ayar işlemi, akışkanın katı parça ihtiva etmesi nedeniyle mecbur kalınmadıkça ve kısa süreli çalıştırmalar dışında tercih edilmemelidir.

#### 10.24.5.1.3 Basıncın Denetimi

- Basıncın uygun değerler arasında bulunduğunu kontrol etmek için pompa çıkışında vana ve çekvalf öncesinde boru hattı üzerine özellikle terfi edilen pis suların ihtiva ettiği atıkları göz önüne alarak diyaframlı manometreler takılmalı ve basınç değerleri kontrol edilmelidir.
- Kullanılan vana ve çekvalf tıkanmaya neden olmayacak modellerden seçilmelidir. Özellikle çekvalf kolay temizlenebilir tip olmalıdır.

### 10.24.6 Pompanın İstasyona Montajı

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Dalgıç pompalar max. 10 metre suyun içine daldırılabilir. |

Dalgıç pompalar 3 farklı şekilde monte edilebilir (Şekil 10.30):

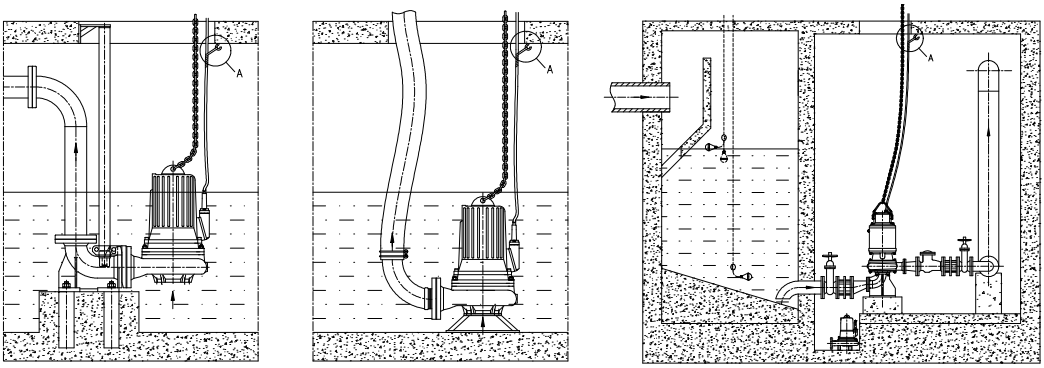
1- Kızak bağlantı  sabit yaş sistem
2- Düşey hortum bağlantı yaş sistem
3- Kuru montaj

1. Kızak Bağlantı (Otomatik Akuplaj) Sabit Sistem : Sabit tesisler için kullanılışlı ve ekonomik bir montaj şeklidir. Tabana monte edilen dirsekli bir montaj ayağı, buna bağlı bir kızak borusu (iki adet paralel galvaniz boru) ve pompaya bağlanan bir akuplaj flanşından oluşur. Akuplaj teçhizatın ve basma borusu sisteminin inşaat sırasında emme haznesi kuru iken monte edilmesi gerekir. Otomatik akuplaj bütün tiplere uygulanabilir.

2. Düşey Hortum Bağlantılı Montaj : Tabanı düzgün olan emme haznelerinde ve çukurlarda kullanılır. Pompa çalışacağı zemine  serbestçe oturmalıdır. Pompa zincir ile hazneye indirilir ve yukarı çıkarılır. Küçük pompalar için kullanılır. Montaj ve demontaj kolaylığı açısından basma borusu olarak fleksible hortum kullanılmalıdır.

3. Kuru Montaj : DAÇ-SC soğutma ceketli ve DAÇ-Y yağ soğutmalı pompalar için kullanılır. Bu tip dalgıç pompalar kendi kendilerini soğutabildikleri için su dışında da devamlı olarak çalışabilirler. Böylece kuru çalışmanın tesis bakım ve işletme avantajları ile yaş çalışmanın az yer işgal etme ve olumsuz ortam şartlarında çalışma avantajları birleştirilmiş olur.

* Bütün montaj formlarının basma hatlarında, vana, çekvalf sökme parçası veya elastik ara parça bulunmalıdır.

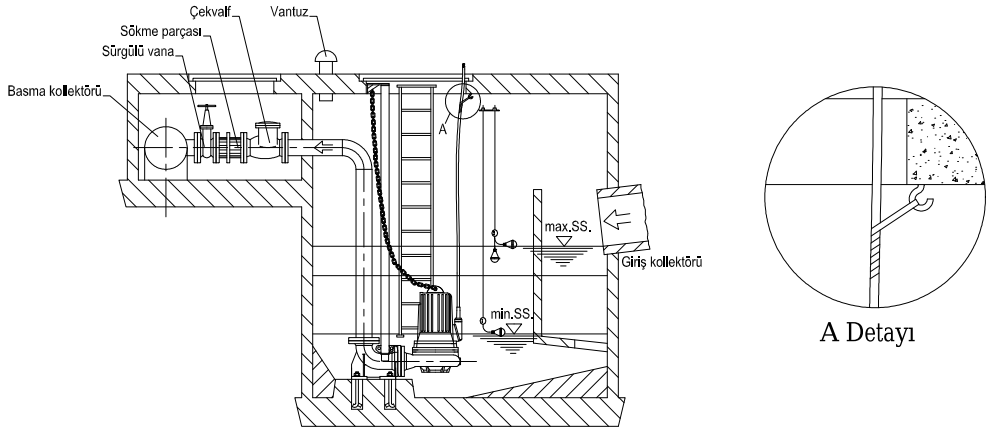


1-Kızak bağlantı (Otomatik akuplaj)

2-Düşey hortum bağlantı

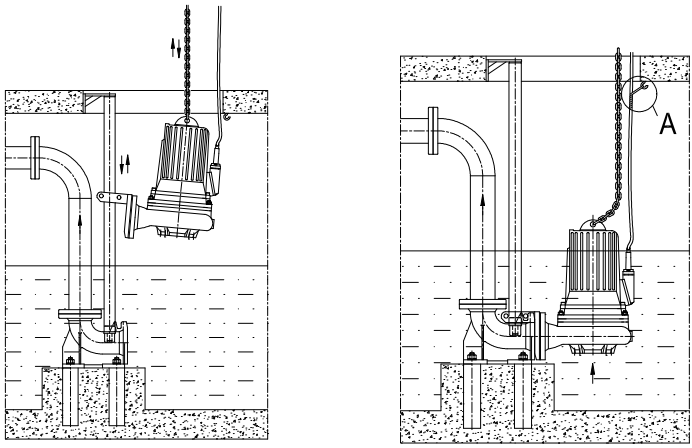
3-Kuru Montaj

*Şekil 10.30 Dalgıç pompaların istasyon montaj biçimleri*




*Şekil 10.31 Dalgıç Pompa İstasyonu*

- Pompayı çalışma yerine indirirken kablonun keskin köşelere ve sert cisimlere temas ederek zedelenmemesine özen gösteriniz. Kabloyu çelik halat, plastik bant veya ipler vasıtasıyla logar giriş ağzının olduğu bir yere (A detayı) bağlayabilirsiniz. Zedelenen kablo hem kısa devreye hem de motorun içine su girerek yanmasına sebep olabilir. Kablonun serbest hareketine izin vermeyiniz.
- Pompa çıkış borusu üzerine bir çekvalf yerleştiriniz. Çekvalfin önüne bir sürgülü vana koyabilirsiniz.
- Çekvalf ile askı ayağı arasına elastik bir boru parçası yerleştirirseniz pompadan gelecek titreşimlerin basma borusu sistemine intikalinin önlemiş olursunuz. Bu iş için bezli kauçuktan mamul ve en az işletme değerinin 2 katı basınca dayanıklı uygun çapta hortum kullanabilirsiniz. Ancak bu durumda çekvalfi desteklemeyi ihmal etmeyiniz.



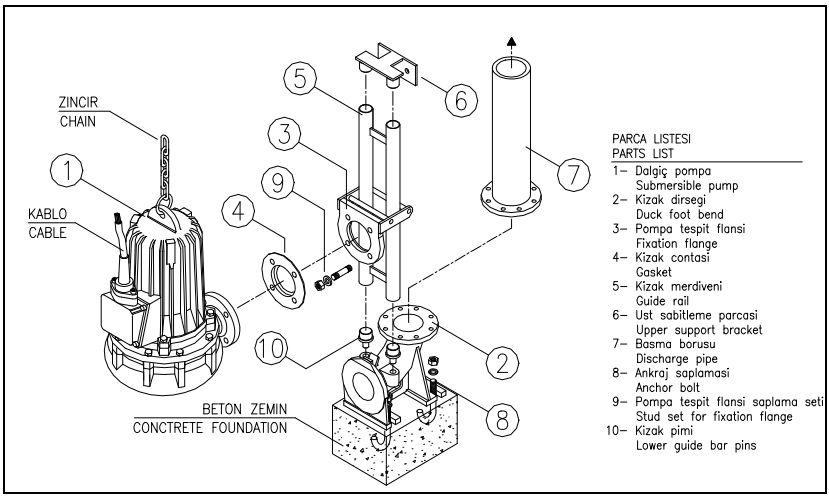

*Şekil 10.32 Kızak Sisteminin Çalışma Şekli*

### 10.24.6.1 Kızak Sisteminin Çalışma Şekli

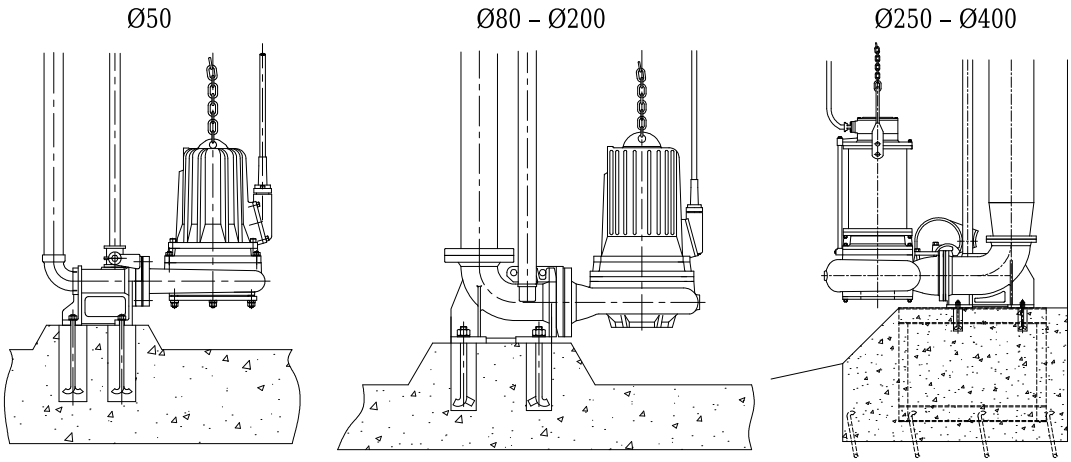
- Pompaya bağlı akuplaj flanşı kızağa geçirilir. Pompa zincir vasıtasıyla kızak boyunca aşağı indirilir. Pompa akuplaj ayağına temas edince kendi ağırlığı ile yerine oturur. Pompayı

çıkarmak için zincir ile yukarı çekmek yeterlidir. Montaj ve demontaj için herhangi bir cıvata bağlantısına ihtiyaç yoktur Şekil 10.32).

- Pompanın kızak sistemine tam oturduğuna emin olunuz.
- Kızak sisteminin ana parçaları Şekil 10.33'de gösterilmiştir.




*Şekil 10.33 Kızak Sisteminin Parçaları*




*Şekil 10.34 Kızak Dirsek Tipleri*

### 10.24.6.2 Pompanın Kurulması Ve Boru Hattı İle Bağlantısı

- Pompa otomatik akuplaj ile bağlanacak ise boru hattı ve çıkış dirseği kasıntısız ve sızdırmazlık tedbirleri alınarak bağlanmalıdır. Kızak boruları ile, çıkış dirseği akuplaj yüzü düşeyde ve gönyesinde olmalıdır.
- Pompa askıya alınarak kızak boruları üzerinden aşağıya indirilmeli, çıkış dirseği üzerindeki oturma durumu ve pompa basma ağzı ile dirsek giriş ağzı arasındaki eş merkezlilik kontrol edilmelidir.
- Otomatik akuplaj da pompa yerine oturduğunda düşey düzlemde olduğundan emin olunmalıdır.

- Askı zinciri ile indirilen pompa birkaç kere indirilip çıkarılarak her seferde otomatik akuplajın kontrolü yapılmalıdır.
- Otomatik akuplajlı bağlantı tarzında pompanın yerine indirilip çıkarılması kızak boruları vasıtasıyla olacaktır. Kızak borularının eşit aralıkta paralel kasıntısız ve rijit şekilde mesnetlenmiş olması gerekir.
- Otomatik akuplajın kontrolü yapılmadan sistemin devreye alınması halinde kızak borularının kasıntılı ve çarpık olması gibi sebeplerden kazalar oluşabilir.
- İşletme sırasında havuz suyunun çalkantısı etkisiyle çarpmalar sonucu veya pompanın montajı ve demontajı sırasında bazı yerlere sürtünmeler etkisiyle motor kablolarının yaralanması ve yırtılması riskine karşı kullanıcı spiral kablo koruma hortumları ile tedbirler alınmalıdır.
- Motor topraklanması kesinlikle yapılmış olmalıdır.

### 10.24.7 Pompanın Teknik Özellikleri

Dalgıç pompalar tamamen veya kısmen su altında çalışabilecek şekilde imal edilmiştir. DEM tipi motor ve pompa bölümlerinden oluşmaktadır.

#### 10.24.7.1 Motor

TÜRBOSAN DEM tipi dalgıç elektrik motorları : Üç fazlı – 380V AC gerilimle çalışır.
Motorların izolasyon F veya H sınıfı, koruma sınıfı IP68'dir.

#### 10.24.7.2 Soğutma Şekli

**Türbosan Dalgıç Pissu ve Kanalizasyon Pompaları 3 grup olarak imal edilmektedir.**

| | | |
|---|---|---|
| 1.grup | : DAS ..... | Su Soğutmalı |
| 2.grup | : DAÇ-SC ..... | Soğutma Ceketli |
| 3.grup | : DAÇ-Y ..... | Yağ Soğutmalı |

**1) DAS Pompaların Soğutma Şekli**
DAS tipi pompalarımız, dıştan ve pompanın daldırıldığı (veya pompaladığı) sıvı ile soğutulur. Motorun yeterli soğutulması için Dalgıç pompa komple suya dalmış olmalıdır. Kuruda çalıştırılamaz.

**2) DAÇ-SC Pompaların Soğutma Sistemi**
Dalgıç pompa motor gövdesinin dışına özel bir soğutma ceketi (kılıfı) ilave edilmiştir. Soğutucu sıvının su ceketi içindeki sirkülasyonu pompa içine yerleştirilmiş olan özel bir çark ve sistemle sağlanmaktadır. Su ceketi içinde hareket eden sıvı montaj tipine bağlı olmaksızın motor ısısını dağıtarak, motoru soğutmaktadır.

**3) DAÇ-Y Pompaların Soğutma Sistemi**
Dalgıç pompa motoru, düşük viskoziteli, ısı iletkenliği iyi ve yalıtkan bir yağ, motor sargıları arasında dolaşarak bu bölgelerde oluşan ısıyı alarak soğutur.. Soğutma sistemini, pompa içindeki küçük bir pompa ve eşanjör oluşturmaktadır.

DAÇ-SC ve DAÇ-Y tipi pompalarımız hem su içinde hem de kuruda çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. (Şekil 10.14.1) Ortam sıcaklığı 35°C'nin üstünde ise soğutma için özel tedbir alınmalıdır.

### 10.24.7.3 Yataklar

Rotor ağır hizmet tipi rulmanlı yatakla merkezlenmiştir.

### 10.24.7.4 Sızdırmazlık

Sızdırmazlık mekanik salmastra ile sağlanmıştır. Motor ile basılan sıvı arasında, yağ banyosu içinde çalışan yüksek kaliteli Silicon Carbide – Silicon Carbide (SiC/SiC) mekanik salmastralar kullanılmaktadır. 1,5 kW - 11 kW dahil DAS pompalarımız tek mekanik salmastralıdır. 15 kW ve üstü çift mekanik salmastralıdır.

### 10.24.7.5 Motor Sıcaklığı Koruma Sistemi

Statör sargıları 120°C'lik termistörlerle aşırı ısınmaya karşı korunmuştur (Aşırı ısınma motorun kuru çalışması veya hatalı elektrik bağlantısı hallerinde meydana gelir). İki adet termistör ucu kablo aracılığı ile yüzeye taşınmaktadır.

### 10.24.7.6 Su Kaçağı Koruma Sistemi

Mekanik salmastranın zamanla aşınarak su kaçırması veya başka bir sebeple motora su girmesi halinde alarm veren bir elektrot sistemi uygulanmaktadır. Elektrot ucu kablo aracılığı ile yüzeye taşınmaktadır.

### 10.24.7.7 Kablo Bağlantısı

DEM tipi motorlarda H07RN-F tipi, kauçuk kaplamalı, esnek damarlı, çok telli, kanalizasyon sıvısına dayanıklı kablolar kullanılmaktadır. Küçük güçler (7.5 kW'a kadar) direkt yol vermeli ve tek kabloludur. 7.5 kW ve üstü motorlar yıldız-üçgen bağlantılıdır. Bölüm 15'te kablo detayları verilmiştir.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Sistemin sağlıklı çalışması için termistör ve elektrot kablo uçlarını STR-1 rölesine bağlayınız. Aksi halde garantimiz geçersizdir. |

### 10.24.7.8 Salyangoz

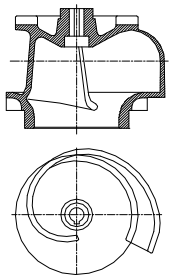
Salyangozlar geniş kesitli olup, çarktan geçebilen her boyut ve şekildeki katı parçaların takılıp tıkanmaya neden olamayacağı şekilde dizayn edilmiştir.

### 10.24.7.9 Pompa Çark Tipleri

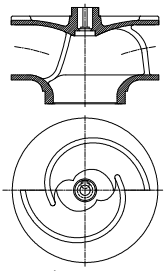
Dalgıç pompalarda üç farklı çark modeli uygulanmaktadır :

- **Tek** kanatlı çift eğimli tıkanmaz tip (non-clog) çarklar : Büyük katı parça geçirebilen, yüksek verimli ve güç karakteristiği uysal (düşük irtifada motoru zorlamayan) bir çark tipidir. DAS tipi pompalarda en çok bu tip çark uygulanmaktadır.
- İki kanatlı çarklar : Tek kanallı çarklarla ulaşılamayan basma yüksekliklerinde kullanılan bir uygulamadır. Max katı parça boyutu daha küçüktür. Basılan sıvının ince ızgaradan geçirilmesi gerekir.

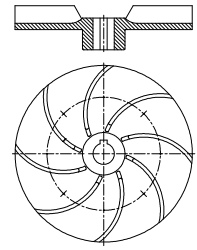
- Serbest akışlı-Vorteks çarklar : Bu tip çarklarda kapalı kanallar yoktur. Çark salyangozun gerisinde yer alır. Çarkın sıvı kütlesini döndürmesi ile oluşan serbest vorteks hareketi pompalamayı sağlar. Bu özel yapısı nedeni ile tek kanallı çarklara göre daha büyük boyutta katı parçaları ve daha önemlisi uzun lif şeklindeki parçaları kolayca basabilir. Bu avantajlarına karşın genel verimi oldukça düşüktür, kullanım alanı sınırlıdır.



a) Tek Kanat



b) İki Kanat



c) Vorteks

*Şekil 10.35 Dalgıç pompa çark resimleri*

**10.24.7.10 Malzeme**

| | |
|---|---|
| Salyangoz ve çark | : GG-25 pik döküm |
| Motor Gövdesi - Yağ Kutusu | : GG-25 pik döküm |
| Rotor mili | : AISI 420 paslanmaz çelik |
| Saplama, civata ve somunlar | : Paslanmaz çelik |
| Conta ve oringler | : Nitril kauçuk |
| Mekanik Salmastra | : SiC/SiC |
| Rulman | : FAG/SKF |
| Kablo | : H07RN-F |

Bu liste ana parçaların malzemesini göstermektedir. Pompa parçaları müşteri isteğine bağlı olarak özel malzemelerden de imal edilebilir.

**10.24.7.11 Boya**

Pompa ve motor parçalarının yüzeyleri itina ile kumlanmakta ve temizlenmektedir.
Astar : Evokrom epoxy Astar 30 ÷ 50 $\mu m$ kalınlığında yüzeye uygulanır.
Son Kat : Coal Tar Epoxy Siyah renkte yaklaşık 100 - 150 $\mu m$ kalınlıkta dış yüzeye uygulanır.
İsteğe bağlı olarak 250 $\mu m$ kalınlığında dış yüzeye boya atılır.
Parçaların İç Yüzeyi **:** Sentetik Astar boya.
Dalgıç pompa ekipmanları burada belirtilen boya ile boyanmaktadırlar.

| DİKKAT | - Her türlü işlemler için iş güvenliği tedbirini alınız.. |
|---|---|

### 10.24.8 Montaj Öncesi Yapılacak Kontroller

#### 10.24.8.1 Kurma Öncesi Kontroller

Pompa tesise bağlanmadan önce aşağıdaki konular gözden geçirilmelidir.

- Boru hattı montajı yapılmış olmalıdır.
- Boru hattı boşaltılmış olmalı ve hat vanaları kapatılmış olmalıdır.
- Pompa bağlantılarının veya otomatik akuplaj parçalarının bağlanacağı havuz boş ve kuru olmalıdır.
- Motor yol verme panosunda enerji varsa, şalterler ve sigortalar vasıtasıyla enerji kesilmelidir.
- Pompa kablosu eksiz olarak yol verme panosuna bağlanmalıdır.

#### 10.24.8.2 Yapılacak Son İşler

- Pompa çarkının somunu sıkılarak kontrol edilmelidir. Pompa elle rahat dönmelidir.
- Pompa gövdesi, çark ve pompanın bekletildiği sahada yağ sızıntısı kontrol edilmelidir.
- Kablo uçları kesinlikle ıslatılmamalı veya suya daldırılmamalıdır.
- Motorun bağlandığı şebekede fazlar arasındaki gerilim farkı ± %5' in üzerinde olmamalıdır.
- Pano düzeni içerisinde motorun yüksek ve alçak gerilimlerden korunması için tedbirler alınmış olmalıdır. Uygun sınırlarda gerilim kontrol ve faz koruma rölesi kullanılmalıdır.
- Dönüş yönü kontrol edilmeli ters ise kablo bağlantısı ehliyetli elektrikçiler tarafından değiştirilerek düzeltilmelidir.(Bakınız Bölüm 3)

| **VİDA** | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SIKMA MOMENTİ** | 6 Nm | 10 Nm | 25 Nm | 49 Nm | 85 Nm | 135 Nm | 210 Nm | 300 Nm | 420 Nm | 710 Nm |

#### 10.24.8.3 Motor izolasyon kontrolü

- Motor sargılarının izolasyon kontrolü ilk çalıştırmadan önce ve en az yılda bir kez genel bakım sırasında yapılmalıdır.
- Kablo uçları panoya bağlı ise sökülmeli ve ölçümler MEGER'le yapılmalıdır.
- Ölçüm voltajı max 1000 VDC olmalı.
- Kablo uçları ayrı ayrı olarak;
  "Faz-Toprak, Faz-Faz (Yıldız üçgende okunur, DOL'da kısa devre gösterir, okunmaz.), Elektrot kablo-Toprak" şeklinde ölçülen motor sargılarının izolasyon direnci 100 (MΩ) Megaohm'dan küçük olmamalıdır. Ölçülen değer daha az ise, kablo ve motor ayrı ayrı ölçülmelidir. Bu koşullarda da 100 MΩ 'un altında ise Türbosan Merkez Servise başvurunuz.
- Elektrik kablosunun izolasyon direnci 50 Megaohm'dan düşük ise, kablonun arızalandığını ve yenisi ile değiştirilmesini gösterir.
- Termistör (PTC-DIN 44082) ısı ile değerleri değişen bir direnç türüdür. Termistör kablo bağlantı uçları arasındaki direnç 150 ohm'dan küçük olmamalıdır. Düşük ise Termistör arızalıdır. Voltaj uygulanmadan sadece omaj kontrolu yapılır.
- Motorun izolasyon direncinin düşük olması, sargılarda bir problem olduğunu gösterir. Bu durumda Türbosan Merkez Servise başvurunuz.

#### 10.24.8.4 Elektrik kablosunun kontrolü

- Elektrik panosu kabloya eksiz bağlanmalıdır. Ek bağlantıdan zaman zaman kablonun içine su girebilmektedir.

- Elektrik kablosunda mekanik veya kimyasal nedenlerden oluşabilecek kırılmalar, dış çatlaklar, ezikler ve yırtılmaların olup olmadığını kontrol ediniz. Bu tür hasarlar görülürse, elektrik kablosunu yenisi ile değiştiriniz.

#### 10.24.8.5 Hidrostatik Basınç Denemeleri

- Dalgıç pompalar su altında çalışacakları için dış basınç kontrolları mamul halde fabrika testleri sırasında yapılmış olup test basınçları 1.5 Bar' dır. Pompanın çalıştırıldığı tesiste daha büyük basınçlar altında çalıştırılması söz konusu ise sipariş aşamasında Türbosan' a bildirilmiş olması gerekmektedir.
- Bütün kontrolları yapılmış Dalgıç pompaları çalışacakları havuza indirerek bir süre bekletmekte fayda vardır.
- Pompa salyangozu içinde hava sıkışmış ise eriyecektir. Pompayı indirirken salyangoz içinden havanın çıktığına emin olunuz. Basit olarak pompayı sağa-sola hareket ettirerek ve eğerek hava atılabilir.
- Yerine montaja kadar ki bütün aşamalarda bekletme ve nakliyelerde dahil mekanik salmastra veya diğer bağlantı elemanlarındaki kontrol dışı bir bozulma sonucunda su sızdırması söz konusu olursa aşırı ısınma ve su kaçağı rölesi sayesinde start etmeden tespit mümkün olacaktır.

### 10.24.9 İşletme ve İşletme Dışı Esaslar

#### 10.24.9.1 Tesis Projesi

Pompa ve bağlı bulunduğu sistem, tesis proje esaslarına ve teknik şartname esaslarına uygun hazırlanmış olmalıdır.

#### 10.24.9.2 İlgili Şahıslar

Konu hakkında bilgi ve eğitim sahibi Yetkili ve Ehliyetli uzman elemanları ilgilendirmektedir. Her türlü bakım onarım arızaya müdahale ve çalıştırma bu ilgili şahıslara yaptırılmalıdır.

#### 10.24.9.3 Emniyet Esasları

- Pano düzeni, ehliyetli elektrikçiler tarafından projelendirilmiş ve uygulanmış olmalıdır.
- Pompa tanımlanmış sıcaklık sınırları (max. 40°C) arasında çalıştırılmalıdır.
- Pompa, yanıcı ve patlayıcı akışkanların pompalanmasında kullanılmaz. Aksi halde çevreye ve insana zarar verebilir.
- Korozif sıvıların basılması halinde katodik koruma gerekeceğinden sipariş aşamasında tariflenmiş olmalıdır.
- Dönüş yönü kontrolü çok kısa süre içinde yapılmalıdır.
- Pompa basma hattında kullanılan çek valf ve vanalar tıkanmaz tip olmalıdır.
- Akış ayarı için vanalama yapmak katıların sıkışması ve tıkanmaya sebep olabileceğinden tercih edilmemelidir.
- Bakıma alınacak pompa sistemden sökülmemişse tesisata ve enerji sistemine uyarı işaretleri ve levhaları konulmalı, kullanım dışı olduğu belirtilmelidir.
- Pompa sistemden sökülerek temizlenmeli ve tehlike yaratabilecek bütün maddelerden arındırılmış olmalıdır.
- Temizleyici ve koruyucu solventlerin ortama sıçraması ve yayılmasına, emme havuzuna karışmasına karşı tedbir alınmış olmalıdır.

- Temizlikte kullanılan solventlerin atıkları çevreye ve insan sağlığına zarar verebileceği gözönüne alınarak biriktirme ve imha sahasına konulmalıdır.
- Tesisten sökme ve kurma işlemi için amacına ve iş güvenliği kurallarına uygun kaldırma teçhizatı ile uygun alt ve takımlar kullanılmalıdır.
- Bakım için uygun koşullar sağlanmış olmalıdır.

### 10.24.9.4 Yataklar Ve Yağlama

- Dalgıç motorlarda kullanılan yataklar kendinden yağlamalı rulmanlı olup motor gövdesi dışına yağ sızma ihtimali yoktur.
- Mekanik salmastra hücresinde (yağ haznesi) soğutma yağı doğal olarak sıvı (Shell Tellus-C10) yağ kullanılmaktadır.
- İlk işletmeden 1 hafta sonra pompa kontrol için alınmalı yağ haznesindeki yağ miktarı ve niteliği kontrol edilmeli, arıza veya şüpheli bir durum yoksa bu kontrol yılda 1 kez yapılmalıdır. Korozif ortamlarda veya yoğun sıvılarda bu süre kısalmalı ve kontroller sıklaştırılmalıdır.
- Dalgıç pompalarda mekanik salmastra hücresi dışında herhangi bir noktada yağlama ve yağ seviye kontrolü gerekmez.

### 10.24.9.5 Elektrik Bağlantısı

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Motor bağlantıları verilen bağlantı şemasına uygun olarak Yetkili ve Ehliyetli elektrikçiler tarafından yapılmalı ve kontrol edilmelidir. |

### 10.24.9.6 Çalıştırma Öncesi Kontrollar

#### 10.24.9.6.1Pompanın Bağlandığı Sistemin Kontrolu

- Bütün boru bağlantıları proje esaslarına uygun tam ve sızdırmaz bir şekilde yapılmış mı?
- Basma borusu üzerindeki vana kapalı mı?
- Pompanın havası alınmış mı?
- Enerji kabloları emniyete alınmış mı?
- Askı zinciri bağlantıları sağlam mı?
- Flatör bağlantıları ve ayarları uygun mu?
- Motorun doğru topraklandığını kontrol ediniz.

#### 10.24.9.6.2 Pompanın Pano Sisteminin Kontrolu

- Koruma röleleri aktif ve fonksiyonlarını yerine getiriyor mu?
- Motor dönüş yönü doğru mu? Akış aksıyor mu? Yeterli basınç oluşuyor mu? Kısa süreli bir deneme ile görülebilir.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Kablo bağlantı şemaları için Sayfa 5 Bölüm 3.3.2'ye bakınız. |

### 10.24.9.7 Çalıştırma

- Pompayı Yetkili ve Ehliyetli personel çalıştırmalıdır.
- Pompa çalıştırıldıktan sonra basınç kontrol edilir. Yeterli basınç değeri (basma hattına konulan bir manometre ile izlenmelidir) oluşmuyorsa, yeniden yol vermek üzere pompa durdurulmalı, pompa ve hattın içindeki havayı tahliye etmek amacıyla basma vanasını aç/kapa yapılarak yeniden yol verilmelidir.
- Yol alan pompanın basma vanası, hat doldurulunca kadar akım kontrolü (Amper) yapılarak yavaş yavaş açılmalıdır.
- Hattın doluluğu sağlandıktan sonra basma vanası sonuna kadar açılmalıdır. Bu halde çekilen gücün motor nominal gücü altında olması gerekir, daha yüksek güç çekiliyorsa arıza sebepleri bölümüne bakınız.

### 10.24.9.8 Yol Verme Sıklığı (Start-Stop Sayısı)

- Dalgıç pompaların yol verme sıklığı pompa tipine göre ekteki tablolarda verilmiştir.
- Çak fazla start-stop pompaya zarar verir.

| Motor Anma Gücü kW | ≤5,5 | 7,5-15 | 18,5-30 | 37-45 | 55-75 | 90-132 | 160-200 | 250-315 | ≥400 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Saatteki Max. Kalkış Sayısı | 18 | 12 | 10 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

### 10.24.9.9 Özel Konular

İşletme sırasında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- Emme havuzunda pompanın basabileceği boyut ve nitelikteki katıların filtre edildiğinden emin olunmalıdır.
- Pompanın basma flanşının kızak dirsek flanşına oturduğundan emin olunmalıdır.
- Pano sisteminde kullanılan koruma ve kumanda sisteminin fonksiyonlarını yerine getirdiğinden emin olunmalıdır.
- Elektrik pano sisteminde kullanılan koruma teçhizatının belirli sıklıkta fonksiyonel kontrollarının yapılması için bir sistem oluşturulup izlenmesi gerekmektedir.

### 10.24.9.10 Çalışma Dışı Haller

- Pompanın nce ettirilmesinde hat üzerine yerleştirilmiş çek valf olası su darbesi etkisine karşı pompayı koruyacağı gibi uzun süreli ters dönüş engellenmiş olacaktır.
- Dalgıç pompaların yanıcı ve patlayıcı akışkanların pompajında kullanımı tehlikeler ve kazalar yaratabileceğinden, bu amaçla üretilmemiş ve belgelendirilmemiş pompaların bu tür ortamlarda kesinlikle kullanılmaması ve bulundurulmaması gerekir.
- Zehirli, kirletici karakterdeki akışkanların pompajında çevre ve insan sağlığı açısından gerekli güvenlik tedbirlerinin alındığından emin olunmalıdır.
- Pompanın bakımı ve onarımı sırasında temizlik amaçlı kullanılan solventlerin imhası, pompa yapısında kullanılan yağların boşaltılma ve imhasında gerekli güvenlik tedbirlerinin alındığından emin olunmalıdır.

### 10.24.9.11 İlk Çalıştırma

- Taşıma ve montaj esnasında, pompa ve kablolarda hasar meydana gelip gelmediğini kontrol ediniz. Kablolar hasarsız ve tek parça olmalıdır.
- Motor izolasyon değerlerini kontrol ediniz.
- Elektrik bağlantılarını yapmadan nce mutlaka enerjiyi kesiniz.

- Kumanda panosunun zemine yakın olmamasına, nemden ve sıvı sıçramalarından etkilenmemsini sağlayınız.
- Şebeke gerilimini kontrol ediniz (380V ± %5, 3 faz A.C)
- Bütün kablo uçlarının doğru bağlandığını kontrol ediniz.
- Motor dönüş yönünü kontrol ediniz (motordan pompaya bakıldığı zaman saat ibresi yönüdür.)
- Pompanın bütün ekipmanlarının (boru, vana, çekvalf v.b.) tam ve sızdırmaz şekilde bağlandığını
- Basma boru-hortum çapı, pompa basma ağzı çapından küçük olmamalıdır.
- Flatör bağlantılarını kontrol ediniz. Su seviyesini flatör ile ayarlayınız.
- Motorun start düğmesine basarak çalıştırınız.
- Basma tarafındaki basınca bakınız. Pompanın çalışma noktasındaki basınç değerine çıkılamıyorsa, motoru durdurunuz. Pompanın havasını boşaltınız ve pompanın emme ağzının tıkanıp tıkanmadığını kontrol ediniz.
- Pompaya tekrar yol verilir, basma tarafındaki vana ayarlanarak çalışma noktasındaki basınç değerine getirilir.
- Pompanın titreşimsiz çalıştığını kontrol ediniz.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - İşletme ve bakım talimatında belirtilen şartlarda çalıştırılmayan pompalar garanti kapsamı dışındadır. |

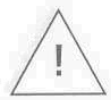
### 10.24.9.12 Servise Pompa Gönderme

- Yetkili servise gönderilecek pompanın su ile temizlenmiş olması gerekmektedir.
- Kabloların kangal halinde sarılmış ve uçlarının su ve nem almayacak şekilde izole edilmiş olması gerekmektedir.
- Pompanın ambalaj ve taşıma şartnamelerine göre iş güvenliği kurallarına uygun sevk edilmesi gerekmektedir.
- Fabrikaya gönderilirken arıza nedeni ve işletme koşulları ile ilgili temel bilgilerin gönderilmesinde fayda vardır.

### 10.24.9.13 Dalgıç Pompalarla İlgili Uyarılar

- Pompa uzun süre kullanılmayacak ise 25-30 günde bir kısa süreli çalıştırınız.
- Pompayı 30 saniyeden fazla kuru çalıştırmayınız.
- Çalışmakta olan pompaya dokunmayınız ve hareket ettirmeyiniz.
- Siparişte esas olan sıvı ve sıcaklık (max 40°C) dışında kullanmayınız.
- Pompayı sadece işletme değerlerinde çalıştırınız ve çalışma koşulları dışına çıkmayınız.
- Pompa kablosundaki termistör ve su kaçağı elektrod uçlarını mutlaka STR-1 koruma rölesine bağlayınız.
- Sıvı haznesine kum, aşındırıcı sert malzemeler ve büyük katı parçalar geliyorsa önleminizi alınız.
- Pompanın taşınması sırasında kablonun sarılı veya paketli olmasına dikkat ediniz.
- Pompayı uzun süre askıda tutmayınız.
- Pompanın montaj-demontajı sırasında, pompa çalışırken haznedeki sıvının çalkantı etkisiyle oluşabilecek sürtünme ve çarpmalarda; kablonun zarar görmemesi için tedbir alınız.
- Pompanın veriminin düşmemesi için, kuyu içindeki yabancı maddeleri ara sıra kontrol ederek, temizleyiniz.

- Patlayıcı ve yanıcı ortamlarda ve sıvılarda kesinlikle kullanmayınız.
- Pompayı asla kablosundan tutarak taşımayınız.
- Emin olmadığınız durumlarda mutlaka Türbosan Merkez Servisi arayınız.

| DİKKAT  | - Montaj ve bakım işlemleri yetkili ve ehliyetli elemanlar tarafından yapılmalıdır. |
|---|---|

### 10.24.9.14 Uzun Süre Bekleyen Pompaları Tekrar Çalıştırmadan Önce Yapılacak Olan Kontroller

1) Pompa salyangozunun içinin temiz olup olmadığını kontrol ediniz.
2) Kablo bağlantılarını ve kablonun ezik olup olmadığını kontrol ediniz.
3) Motorun izolasyon değerini kontrol ediniz.
4) Mekanik salmastranın olduğu yağ haznesindeki yağı kontrol ediniz.
5) Dönüş yönüne tekrar bakınız.
6) Elektrik panosu teçhizatını kontrol ediniz. Uzun süre beklemeden dolayı kontaktör kontakları ve kablo klemens bağlantıları oksitlenerek enerji girişini engelleyebilir. Motor bu nedenle yanabilir.
7) Pompanın çalıştığı kuyu balçık, kum, büyük katı parçalar v.s. malzeme ile dolmuş olabilir. Kuyuyu kontrol ediniz ve kuyuyu temizlemeden pompayı çalıştırmayınız.
8) Pompanın çıkış ve boru bağlantılarını kontrol ediniz.
9) Pompaya enerji vermeden ve kuyuya indirmeden önce pompa çarkını elle birkaç tur çeviriniz.
10) Flatörün alt ve üst seviye ayarlarını ve bağlantılarını kontrol ediniz.

## 10.24.10 DALGIÇ POMPALARDA BAKIM-ONARIM, MONTAJ VE DEMONTAJ

| DİKKAT | - Genel bakım amacıyla Türbosan Merkez Servisi veya Türbosan Yetkili Servisi yetkilileri dışındaki şahısların müdahalesi sonucu yapılacak yanlış pompa demontaj ve montaj işlemi sonucunda pompanın işletmeye alınması sırasında kaza oluşabilir.<br>- Her bakımda tüm o-ringleri, contaları ve yağı yenisi ile değiştiriniz. |
|---|---|

**Periyodik kontroller:**

Pompa yeni ise veya önemli bir arıza nedeni ile sökülüp yeniden monte edilmişse bir haftalık çalışma sonunda kontrol edilmelidir. Bu kontrolda herhangi bir arıza bulunmamışsa bundan sonraki kontroller yılda bir defa yapılabilir. Eğer pompa çok korozif ve yoğun ortamda çalışıyorsa periyodik kontroller daha sık yapılmalıdır.

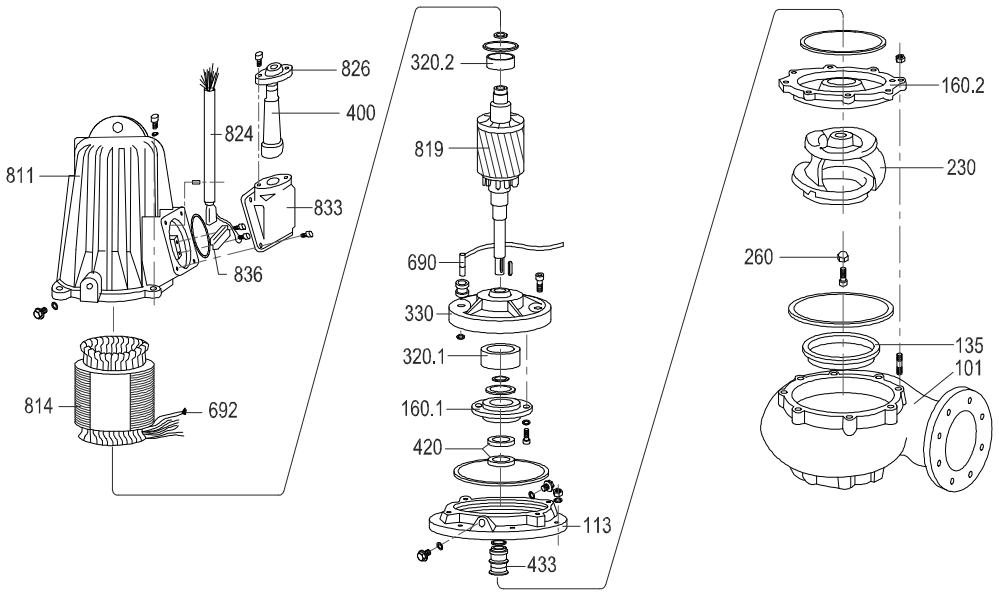
| DİKKAT | - Motor grubunu monte etmeden önce motor gövdesindeki stator paketi bir fırında max 50 – 60°C de 2 saat tutarak sargı aralarındaki rutubeti gideriniz. Kuru ortamda kendi halinde soğumasını bekleyiniz. Soğuduktan sonra monte ediniz |
|---|---|

### 10.24.10.1 Genel Bakım ve Onarım (Şekil 10.36)

- Periyodik kontrollar sırasında bir arıza tesbit edilmesi halinde veya iki yıllık bir çalışma dönemi sonunda pompa genel bakım ve onarıma alınır.Yılda bir genel kontrol mutlaka yapılmalıdır.
- Genel bakım ve onarım işlemleri tercihen bir atölyede yapılmalıdır. Bunun için pompanın boru ve kablo bağlantılarını sökün.
- Klemens kutusu kapağını açın ve kablo uçlarını sökün.
- Adaptörü (veya bazı tiplerde motorla birlikte adaptörü) salyangoza bağlayan somunları sökün. Motoru askı deliğinden yararlanarak yukarı doğru çekip çıkarın. Böylece salyangoz diğer parçalardan ayrılmış olur.
- Çarkı pompa miline bağlayan ve çarkın ortasında yer alan gömme başlı civatayı ve çark pulunu sökün. Çarkı bir manivela ile sökme yönünde zorlarken, çarka yumuşak bir tokmakla küçük darbeler vurun. Böylece çark kolaylıkla yerinden çıkacaktır.
- Adaptörü motora bağlayan civataları sökerek adaptörü motordan ayırın. Bu durumda mekanik salmastra (Parça No: 433) meydana çıkacaktır.
- Mekanik salmastrayı temizleyin, mili yağlayın, mekanik salmastrayı elle veya küçük bir çektirme ile dikkatlice yerinden sökün. Sökmeden önce milin üzerindeki kama yuvası ve keskin köşeleri bantla kapayınız. Bu işlem sırasında salmastra körüğünün zedelenmemesine ve yırtılmamasına çok dikkat edin.
- Mekanik salmastranın montaj ve demontajı için bölüm 13'e bakınız.
- Motoru düzgün bir yere askı yeri boşluğa gelecek şekilde başaşağı yere oturtun.
- Motor gövdesi etrafındaki 4 adet gömme başlı civatayı sökerek yağ haznesini (Parça No.113) dikkatlice yukarı çekin. Bunun için salmastra kutusundaki iki adet vidalı çektirme deliğinden yararlanın. Bu işlem sonunda motor gövdesi stator paketi ile birlikte rotor ve yatak grubundan ayrılmış olacaktır.
- Yağ kutusunu alt yatak gövdesine (Parça No.330) bağlayan iki adet gömme başlı civata üzerindeki koruyucu malzemeyi tornavida ile kazıyın ve bu civataları sökerek alt yatak gövdesini yağ kutusundan (Parça No. 113) ayırın.
- Böylece motor rotoru üzerinde rulman yuvası ve yağ keçesi kalmış olur.
- DEM 100-112-132S ve 132M tiplerinde yağ keçelerinide taşıyan yatak kapağını (Parça No.160.1) sökerek alt rulmana ulaşabilirsiniz. Rulmanın önündeki segmanı alarak ve çektirme kullanarak rulmanı rotor milinden çıkarın.
- DEM 90 tiplerinde ise rulman üzerindeki segmanı söküp rotoru yukarı çekerek rulman yuvasını sökebilirsiniz. Rulmanın altındaki segmanı da sökerek rulmanı çıkarabilirsiniz.
- Yukarıda tarif edildiği şekilde pompa ve motoru parçalara ayırmış oldunuz. Bu aşamada bütün parçaları temizleyin. Gerekenleri mazotla yıkayın.
- Rulmanları kontrol edin. Boşluklar artmışsa veya aşınmalar varsa değiştirin. Rulmanları sökerken çektirme kullanın.
- Mekanik salmastra temas yüzeylerini kontrol edin, aşınma ve çizilmeler varsa değiştirin.
- Yağ keçelerini değiştirin. Milin keçe dudağına değen bölümünde aşınmalar ve çizilmeler varsa torna tezgahına bağlayarak bu bölümü ince zımpara ile düzeltin. Aşınma fazla ise, çapta max. 0,2 mm küçülme olacak şekilde torna ile taşlayabilirsiniz. Bu durumda da aşınan bölge temizlenmiyorsa rotorun komple değişmesi gerekir.
- Çarkı ve aşınma halkasını kontrol edin. Aşınma fazla ise çarkı aşınmalar temizlenecek kadar torna edin. Aşınma halkasını değiştirin, yeni aşınma halkasının iç çapı çarkın torna edilmiş çapından 0,5 – 1 mm kadar büyük olmalıdır.
- Bütün dalgıç pompalarda sökülen contaları yenileri ile değiştirin. Orjinalinden farklı çap ve kalınlıkta conta kullanmayın.

- Pompayı dikkatli ve kontrollu olarak monte edin. Montajı demontaj için yukarıda açıklanan sıra da yapın (Son sökülen parçayı ilk monte edecek şekilde).
- Pompanın montajında veya demontajında zorlanıyorsanız Türbosan Merkez Servise başvurunuz.

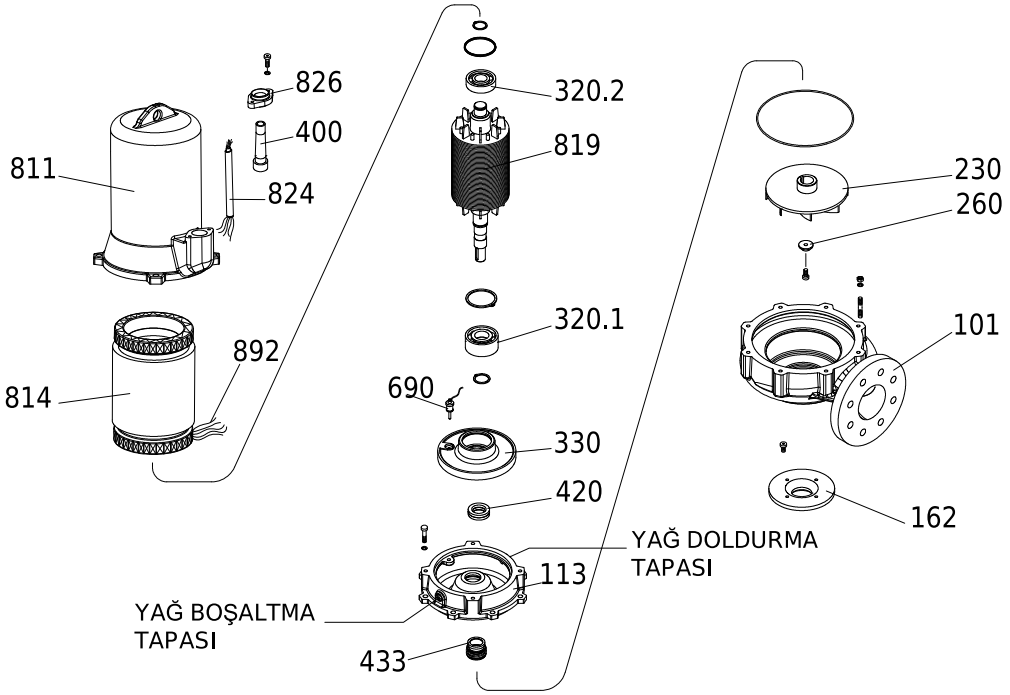
### 10.24.10.2 DAS Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi




*Şekil 10.36 DAS pompa parça resimleri ve parça listesi*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101- | Salyangoz | 260- | Çark pulu | 433- | Mekanik salmastra | 824- | Kablo |
| 113- | Yağ haznesi | 320.1- | Rulman (alt) | 690- | Su kaçağı elektrodu | 826- | Kablo gleni |
| 135- | Yıpranma halkası | 320.2- | Rulman (üst) | 692- | Termistör | 833- | Klemens kapağı |
| 160.1- | Yatak kapağı | 330- | Alt yatak gövdesi | 811- | Motor gövdesi | 836- | Klemens |
| 160.2- | Adaptör | 400- | Kablo contası | 814- | Stator | | |
| 230- | Çark | 420- | Yağ keçesi | 819- | Rotor mili | | |

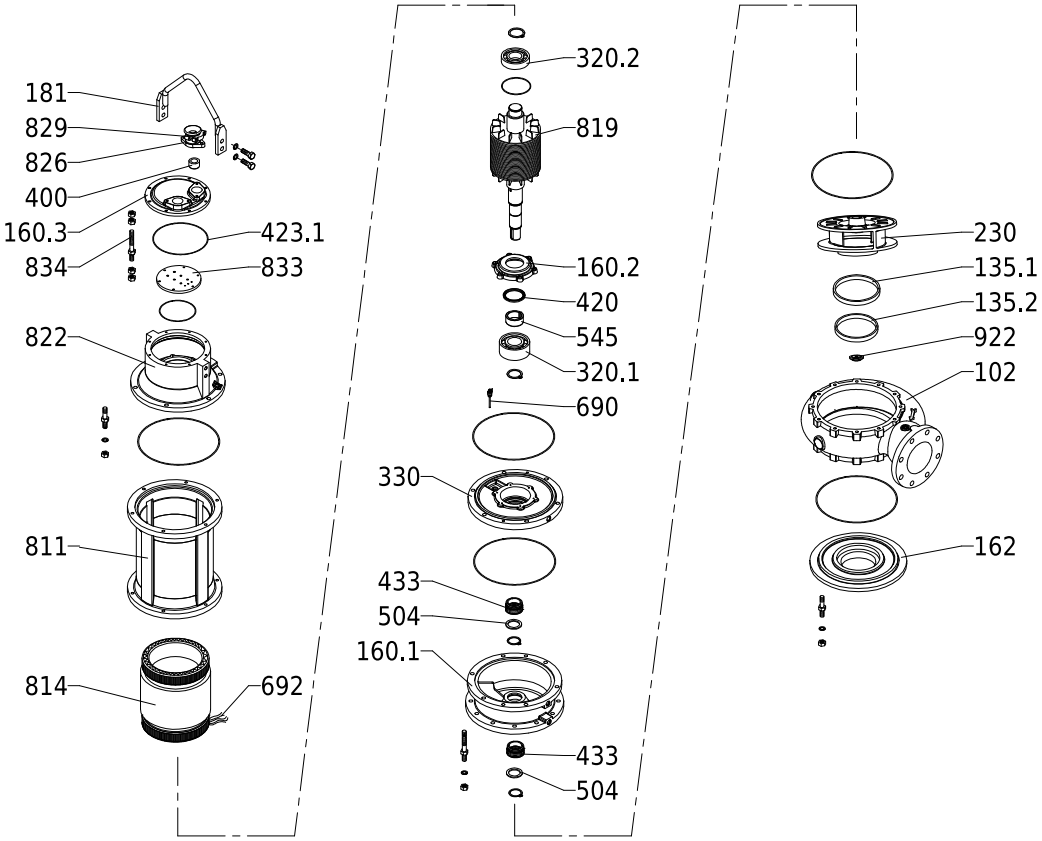
### 10.24.10.3 DAS (Hafif tip) Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi




*Şekil 10.37 DAS hafif tip pompa parça resimleri ve parça listesi*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101- | Salyangoz | 320.1- | Rulman (alt) | 433- | Mekanik salmastra | 819- | Rotor mili |
| 113- | Yağ haznesi | 320.2- | Rulman (üst) | 690- | Su kaçağı elektrodu | 824- | Kablo |
| 162- | Ön aşınma plakası | 330- | Alt yatak gövdesi | 692- | Termistör | 826- | Kablo gleni |
| 230- | Çark | 400- | Kablo contası | 811- | Motor gövdesi | | |
| 260- | Çark pulu | 420- | Yağ keçesi | 814- | Stator | | |

### 10.24.10.4 DAS Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi ( 11 kW ve üzeri )

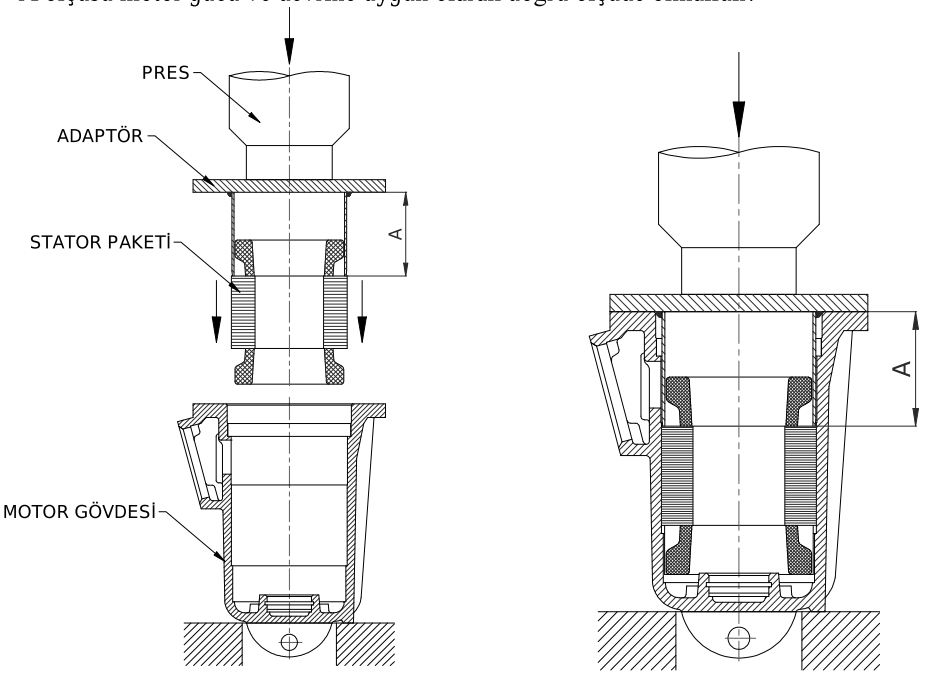



*Şekil 10.38 DAS tipi (11 kW ve üzeri) pompa parça resimleri ve parça listesi*

102- Salyangoz
135.1- Yıpranma Halkası
135.2- Yıpranma Halkası
160.1- Yağ Haznesi
160.2- Alt Yatak Kapağı
160.3- Klemens Kapağı
162- Emme Ağzı
181- Motor Askı Kolu
230.1- Çark
320.1- Alt Rulman
320.2- Üst Rulman
330- Alt Yatak Gövdesi
400- Kablo Contası
420- Yağ Keçesi
433- Mek.Salmastra
504- Mekanik Salmastra Pulu
545- Rulman Burcu
690- Su Kaçağı Elektrodu
692- Termistör
811- Motor Gövdesi
814- Stator
819- Rotor
822- Üst Yatak Gövdesi
826- Kablo Rakoru
829- Kablo Kelepçesi
833- Klemens Tablası
834- Klemens Saplaması
922- Çark Somunu

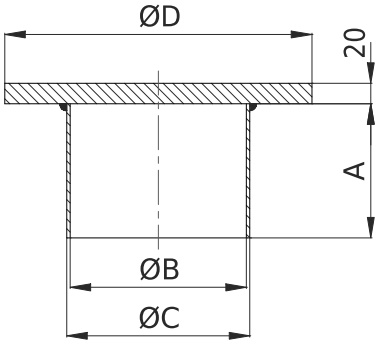
### 10.24.10.5 Das Tipi Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesine Montajı (1,5 kW – 11 kW)

* Sökülü stator paketi motor gövdesinin eş merkezli ağızlayacak şekilde yerleştirilmelidir. (Şekil 10.39.a)
* Staor paketini çakmadan önce motora uygun adaptörü (c ) sargıları bozmayacak şekilde stator paketi ile pres arasına yerleştiriniz.
* Uygun basınçtaki presle stator paketi motor gövdesine adaptör yardımı ile çakılmalıdır. (Şekil 10.39.b)
* A ölçüsü motor gücü ve devrine uygun olarak doğru ölçüde olmalıdır.




*(a) Montaj öncesi* *(b) Montaj sonrası*

*(c) Stator Çakma Adaptörü ve Ölçüleri*

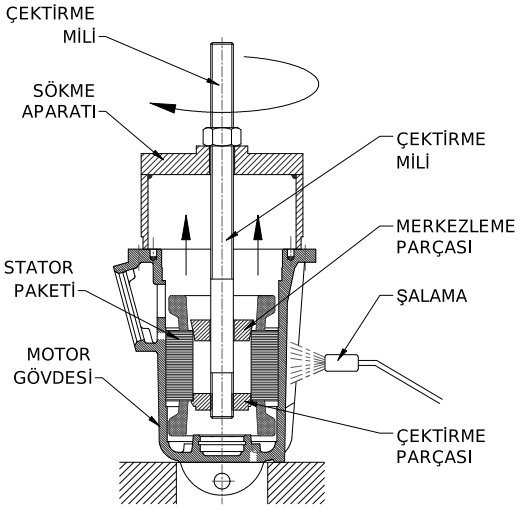



| MOTOR GÖVDESİ | GÜÇ (kW) | DEVİR SAYISI (d/d) | A (mm) | ØB (mm) | ØC (mm) | ØD (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 ~ 2,2 | 3000 | 98 | 124 | 134 | 250 |
| | 1,1 ~ 1,5 | 1500 | | | | |
| DEM 100 | 3 ~ 4 | 3000 | 92 | 142 | 148 | 260 |
| | 2,2 ~ 3 | 1500 | | | | |
| DEM 112 | 4 ~ 5,5 | 3000 | 79 | 161 | 169 | 260 |
| | 4 ~ 5,5 | 1500 | | | | |
| | 2,2 | 1000 | | | | |
| DEM 132S | 5,5 ~ 7,5 | 3000 | 85 | 189 | 198 | 310 |
| | 5,5 | 1500 | | | | |
| | 3 | 1000 | | | | |
| DEM 132M | 10 | 3000 | | | | |
| | 7,5 ~ 10 | 1500 | | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1000 | | | | |

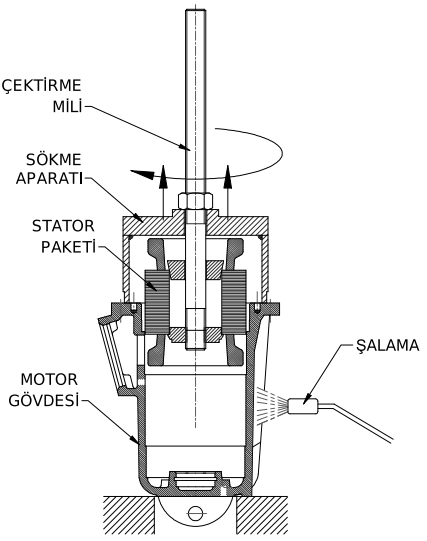
*Şekil 10.39 Das Tipi Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesine Montajı*

### 10.24.10.6 Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesinden Sökülmesi (1,5 kW – 11 kW)

* Çeşitli nedenden dolayı stator paketini motor gövdesinden çıkarmak için resimlerdeki aparatlar yardımı ile stator paketi motor gövdesinden çıkartılmalıdır.
* Stator paketini gövdeden çıkartılırken motor gövdesi dışarıdan hafifçe şalamo ile aynı anda hafifçe ısıtılmalıdır. Isıtma stator paketini çıkartırken bize yardımcı olacaktır. Çıkarma işlemi ısıtma ile ısıtma işlemi aynı anda yapılmalıdır. Daha önceden yapılan ısıtma stator paketinin de genleşmesine neden olacağından, çıkarma esnasında stator paketine zarar verebiliriz.
* Stator paketini çıkartırken aşırı zorlama yaparak stator paketini bozmayınız.

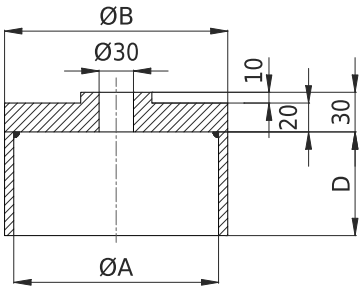



*(a) Stator Sökme Öncesi*



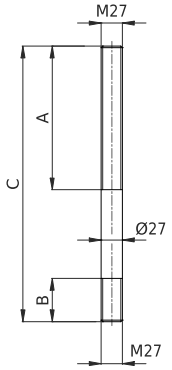

*(b) Stator Sökülmüş hali*

*(c) Stator Sökme Aparatı ve Ölçüleri*



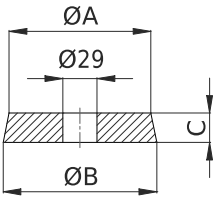

| MOTOR GÖVDESİ | GÜÇ (kW) | DEVİR SAYISI (d/d) | ØA (mm) | ØB (mm) | D (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 ~ 2,2 | 3000 | 178 | 194 | 95 |
| | 1,1 ~ 1,5 | 1500 | | | |
| DEM 100 | 3 ~ 4 | 3000 | 220 | 230 | 100 |
| | 2,2 ~ 3 | 1500 | | | |
| DEM 112 | 4 ~ 5,5 | 3000 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1500 | | | |
| | 2,2 | 1000 | | | |
| DEM 132S | 5,5 ~ 7,5 | 3000 | 254 | 264 | 130 |
| | 5,5 | 1500 | | | |
| | 3 | 1000 | | | |
| DEM 132M | 10 | 3000 | | | |
| | 7,5 ~ 10 | 1500 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1000 | | | |

*(d) Çektirme Mili*



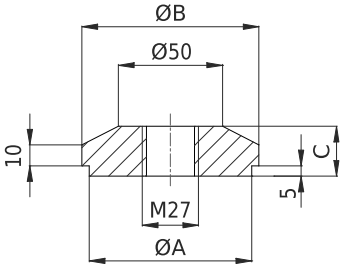

| MOTOR GÖVDESİ | GÜÇ (kW) | DEVİR SAYISI (d/d) | A (mm) | B (mm) | C (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 ~ 2,2 | 3000 | 285 | 55 | 453 |
| | 1,1 ~ 1,5 | 1500 | | | |
| DEM 100 | 3 ~ 4 | 3000 | | | |
| | 2,2 ~ 3 | 1500 | | | |
| DEM 112 | 4 ~ 5,5 | 3000 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1500 | | | |
| | 2,2 | 1000 | | | |
| DEM 132S | 5,5 ~ 7,5 | 3000 | | | 553 |
| | 5,5 | 1500 | | | |
| | 3 | 1000 | | | |
| DEM 132M | 10 | 3000 | | | |
| | 7,5 ~ 10 | 1500 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1000 | | | |

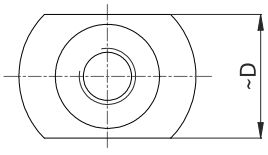
*(e) Merkezleme Parçası*




| MOTOR GÖVDESİ | GÜÇ (kW) | DEVİR SAYISI (d/d) | ØA (mm) | ØB (mm) | C (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 ~ 2,2 | 3000 | 65 | 75 | 25 |
| | 1,1 ~ 1,5 | 1500 | | | |
| DEM 100 | 3 ~ 4 | 3000 | 76 | 87 | 25 |
| | 2,2 ~ 3 | 1500 | | | |
| DEM 112 | 4 ~ 5,5 | 3000 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1500 | | | |
| | 2,2 | 1000 | | | |
| DEM 132S | 5,5 ~ 7,5 | 3000 | 120 | 130 | 25 |
| | 5,5 | 1500 | | | |
| | 3 | 1000 | | | |
| DEM 132M | 10 | 3000 | | | |
| | 7,5 ~ 10 | 1500 | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1000 | | | |

*(f) Çektirme Parçası*




| MOTOR GÖVDESİ | GÜÇ (kW) | DEVİR SAYISI (d/d) | ØA (mm) | ØB (mm) | C (mm) | D (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 ~ 2,2 | 3000 | 69 | 74 | 20 | 60 |
| | 1,1 ~ 1,5 | 1500 | 78 | 85 | 25 | 60 |
| DEM 100 | 3 ~ 4 | 3000 | | | | |
| | 2,2 ~ 3 | 1500 | 90 | 95 | 20 | 65 |
| DEM 112 | 4 ~ 5,5 | 3000 | | | | |
| | 4 ~ 5,5 | 1500 | 103 | 108 | 20 | 65 |
| | 2,2 | 1000 | 115 | 120 | 20 | 74 |
| DEM 132S | 5,5 ~ 7,5 | 3000 | 110 | 114 | 60 | 75 |
| | 5,5 | 1500 | 125 | 132 | 47 | 77 |
| | 3 | 1000 | 135 | 140 | 53 | 74 |
| DEM 132M | 10 | 3000 | 110 | 114 | 60 | 75 |
| | 7,5 ~ 10 | 1500 | 125 | 132 | 47 | 77 |
| | 4 ~ 5,5 | 1000 | 135 | 140 | 53 | 74 |

*Şekil 10.40 Dalgıç Pompalarda Stator Paketinin Motor Gövdesinden Sökülmesi*

## 10.24.11 DAÇ-Y TİPİ YAĞ SOĞUTMALI DALGIÇ POMPALAR

DAÇ-Y pompa motorları motor sargıları arasında dolaşan yağ ile soğutulur. DAÇ-Y'ler su altında ve kuru montajda çalışabilirler.

### 10.24.11.1 Genel Bakım ve Onarım

Periyodik kontroller sırasında bir arıza tespit edilmesi halinde veya iki yıllık çalışma dönemi sonunda pompa genel bakım ve onarıma alınır. Genel bakım ve onarım işlemleri tercihen bir atölyede ve temiz ortamda yapılmalıdır. Yılda bir genel kontrol mutlaka yapılmalıdır.

a) Çalışma sırasında zaman zaman ampermetreden çekilen akımı kontrol ediniz. Akım değerinde sürekli bir artma veya azalma olması bazı konularda sorun olduğuna işarettir. Az akım çekilmesi pompada veya boru sisteminde bir tıkanmanın habercisidir. Çok akım çekilmesi ise bir mekanik zorlamayı (çarka katı madde takılması v.s.) işaret eder. Bu durumlarda pompanın çıkarılarak temizlenmesi gerekir.

b) Soğutma sisteminin kontrolü :

- Yağ seviyesinin kontrolü: Motor soğutma yağı, yağ sirkülasyon borusunun karşı yönünde bulunan kontrol tapasından kontrol edilebilir. Yağ bu tapa seviyesinde olmalıdır. Bu tapa açıldığında yağ eksilmiş demektir.
- Motor soğutma yağını boşaltınız. Bunun için yağ sirkülasyon borusunun alt rakoru üzerindeki tapayı kullanacaksınız. Hava için ise yukarıda tarif edilen yağ kontrol tapasını kullanınız.
- Motor soğutma yağını temiz ve mümkünse şeffaf bir kaba boşaltınız. Yağın tamamen boşalması için motoru boşaltma tapası üzerine yatırmanız gerekecektir.
- Yağı kontrol ediniz, berrak ve temiz ise hiç bir sorun yok demektir.
- Eğer yağa su veya başka yabancı maddeler karışmışsa üst mekanik salmastrada veya motor gövdesinde bir sorun var demektir. Bu durumda motor gövdesine su girebilecek bütün bölümleri kontrol ediniz (Bütün contalar, yağ sirkülasyon borusu bağlantıları, kablo giriş yerleri, eşanjör ve motor gövdesi v.s.).

c) Alt salmastranın kontrolü (çark tarafı) :

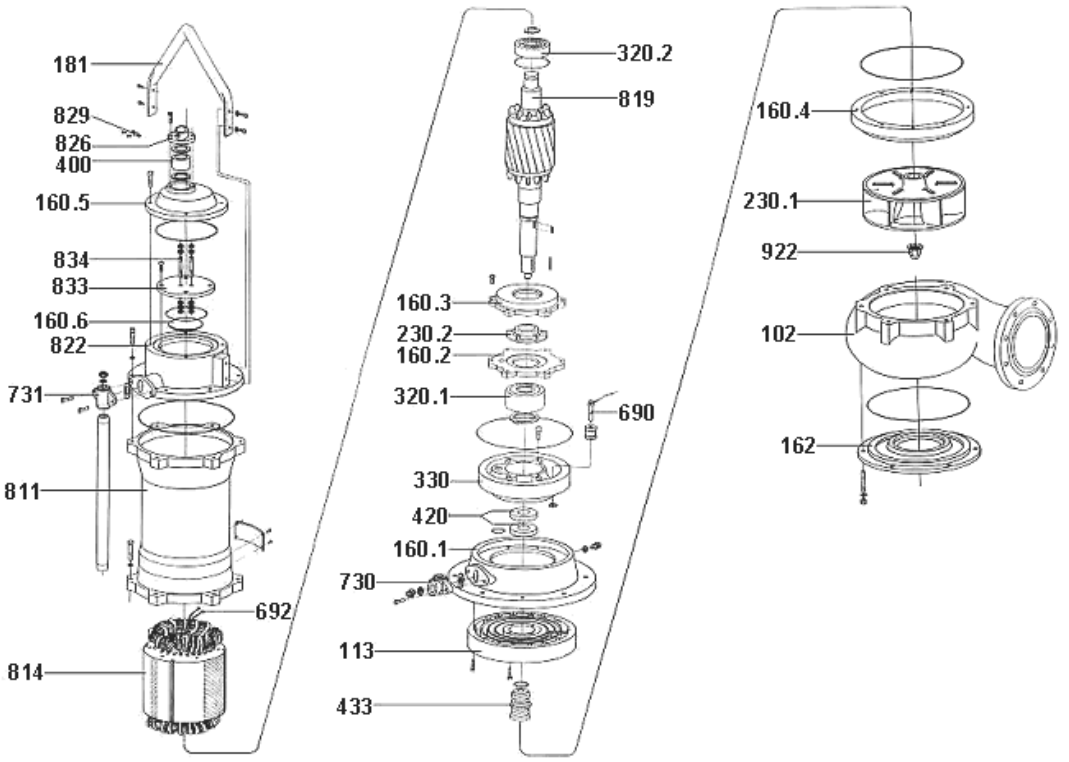
- Salmastra yağını boşaltınız. Bunun için yağ sirkülasyon borusunun karşı yönünde yer alan, altlı üstlü iki adet tapayı kullanınız.
- Motoru bu tapalar üzerine yatırarak yağı temiz bir kaba alınız (Bu yağı soğutma yağı ile karıştırmayınız.)
- Mekanik salmastra yağı temiz ve berrak ise alt salmastrada sorun yok demektir. Yağ soluk sarı-gri bir renk almış ve berraklığını kaybetmiş ve koyulaşmışsa veya ayrışmış halde su ve yağ görülebiliyorsa, yağa su karışmış demektir. Bu yağı değiştiriniz, bir haftalık çalışmadan sonra tekrar aynı kontrolu yapınız. Eğer yine aynı durum varsa alt salmastrada bir sorun var demektir.
- Motor gövdesinde veya yağ haznesinde su veya su-yağ karışımı bulunması, pompanın genel bakım ve onarıma alınmasının gerektiğini gösterir. Bu durumda Türbosan Yetkili Servisine başvurunuz.

d) Yağlama :
Bakımdan sonra :

- Yağ haznesinin yağını doldurunuz.
- DAÇ-Y'lerde motor soğutma yağını doldurunuz.

Kullanılacak yağ : Viskozite 10 cst, (Örneğin Tellus C-10, BP-HP 10 veya Trafo yağı olabilir.)

### 10.24.11.2 DAÇ-Y Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi




*Şekil 10.41 DAÇ-Y Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi*

102- Salyangoz
113- Eşanjör
160.1- Yağ Haznesi
160.2- Yağ Pompası Kapağı
160.3- Yağ Pompa Salyangozu
160.4- Adaptör
160.5- Klemens Kapağı
160.6- Saç Kapak
162- Emme Ağzı
181- Motor Askı Kolu
230.1- Çark
230.2- Yağ Pompa Çarkı
320.1- Alt Rulman
320.2- Üst Rulman
330- Alt Yatak Gövdesi
400- Kablo Contası
420- Yağ Keçesi
433- Mek.Salmastra
922- Çark Somunu
730- Özel Dirsek Rakoru
731- Özel T Rakor
690- Su Kaçağı Elektrodu
692- Termistör
811- Motor Gövdesi
814- Stator
819- Rotor
822- Üst Yatak Gövdesi
826- Kablo Rakoru
829- Kablo Kelepçesi
833- Klemens Tablası
834- Klemens Saplaması

## 10.24.12 DAÇ-SC TİPİ SOĞUTMA CEKETLİ DALGIÇ POMPALAR

### 10.24.12.1 DAÇ-SC'de Soğutma Sistemi

Dalgıç pompa motor gövdesinin dışına özel bir soğutma ceketi (kılıf) ilave edilmiştir.

*Yağ haznesinin içine küçük özel bir pompa, rotor milinin üstüne monte edilmiştir. Soğutucu yağın soğutma ceketi içindeki sirkülasyon yağ haznesinin içindeki özel pompa ile sağlanmaktadır. Soğutma yağı, ceketin içindeki yağ boru ile motor gövdesinin en üst noktasından ceketin içine boşalır. Ceketin içinde hareket eden yağ montaj tipine bağlı olmaksızın motor ısısını dağıtarak, motorun soğumasını sağlar. Motor gövdesinin etrafında serbest dolaşan yağ, yağ haznesinin en alt noktasına (çarka yakın noktada) geri döner. Böylece ısınan yağ basılan sıvı ile soğutularak, soğutmada süreklilik sağlanır.*

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Yağ, yağ seviye tapası seviyesine gelinceye kadar doldurulmalıdır. TAMAMEN doldurulmamalı ve motor gövdesinin üstünde yağın genleşmesi için bir miktar hava boşluğu bırakılmalıdır. |

### 10.24.12.2 Montaj Sırası

1) Rotor miline alt yatak (rulman) kapağı takılır.
2) Rotor miline alt rulman ve alt yatak gövdesi monte edilir.
3) Üst mekanik salmastra mile ve yuvaya yerleştirilir.
4) Yağ soğutma (sirkülasyon) çarkı ve salyangozu monte edilir.
5) Yağ haznesine alt yatak gövdesi oturtulur. Ayrıca yağ sirkülasyon salyangoz çıkışı ağzı yağ haznesinden çıkış dirseğine karşı gelecek şekilde ayarlanır.
6) Alt rulman yatağının motor tarafına ve klemens kapağı (kablo bağlantı kısmı) bölgesine nem alıcı torba içinde Silikajel koyunuz.
7) Motor gövdesi yağ haznesine bağlanır.
8) Yağ sirkülasyon borusu salyangoz çıkışına monte edilir.
9) Üst rulman rotor miline takılır.
10) Üst yatak gövdesi motor gövdesine bağlanır.
11) Klemens tablası üst yatağa takılır ve stator kabloları tabloya bağlanır. (Bölüm 3.3.2'ye bakınız.)
12) Enerji kablosu klemens tablasına bağlanır. Kablo sızdırmazlığına dikkat edilmelidir.
13) Motor soğutma ceketi motor gövdesine dikkatlice takılır ve üstteki gömlek kelepçeleri ile sabitlenir.
14) Rotor miline alt mekanik salmastra ve çark bağlanır.
15) Son olarakta motor grubu salyangozun üstüne oturtularak montaj tamamlanır.
16) DEMONTAJ: Montaj sırasının tersine göre yapılmalıdır.
17) Her montajda o-ringler yenileri ile değiştirilmelidir.
18) Demonte edilirken parçalar markalanarak sökülmelidir.

### 10.24.12.3 Genel Bakım ve Onarım

**1) Periyodik kontroller:**

* Pompa yeni ise veya önemli bir arıza nedeni ile sökülüp yeniden monte edilmişse bir haftalık çalışma sonunda kontrol edilmelidir. Bu kontrol da herhangi bir arıza bulunmamışsa bundan sonraki kontroller yılda bir defa yapılabilir. Eğer pompa çok korozif ve yoğun ortamda çalışıyorsa periyodik kontroller daha sık yapılmalıdır.

a) Çalışma sırasında zaman zaman ampermetreden çekilen akımı kontrol ediniz. Akım değerinde sürekli bir artma veya azalma olması bazı konularda sorun olduğuna işarettir. Az akım çekilmesi pompada veya boru sisteminde bir tıkanmanın habercisidir. Çok akım çekilmesi ise bir mekanik zorlamayı (çarkla katı madde takılması v.s.) işaret eder. Bu durumlarda pompanın çıkarılarak temizlenmesi gerekir.

b) Alt salmastranın kontrolü (çark tarafı) :

- Soğutma yağını boşaltınız. Bunun için yağ haznesinin altındaki yağ boşaltma tapasını kullanınız.
- Motoru bu tapalar üzerine yatırarak yağı temiz bir kaba alınız.
- Yağ temiz ve berrak ise alt salmastrada sorun yok demektir. Yağ soluk sarı-gri bir renk almış ve berraklığını kaybetmiş ve koyulaşmışsa veya ayrışmış halde su ve yağ görülebiliyorsa, yağa su karışmış demektir. Bu yağı değiştiriniz, bir haftalık çalışmadan sonra tekrar aynı kontrolu yapınız. Eğer yine aynı durum varsa alt salmastrada bir sorun var demektir.
- Motor gövdesinde veya yağ haznesinde su veya su-yağ karışımı bulunması, pompanın genel bakım ve onarıma alınmasının gerektiğini gösterir. Bu durumda Türbosan Yetkili Servisine başvurunuz.

**2) Yağ doldurma :**

Bakımdan sonra: Yağ haznesinin üstü kısmındaki yağ doldurma tapasından yağ doldurunuz.

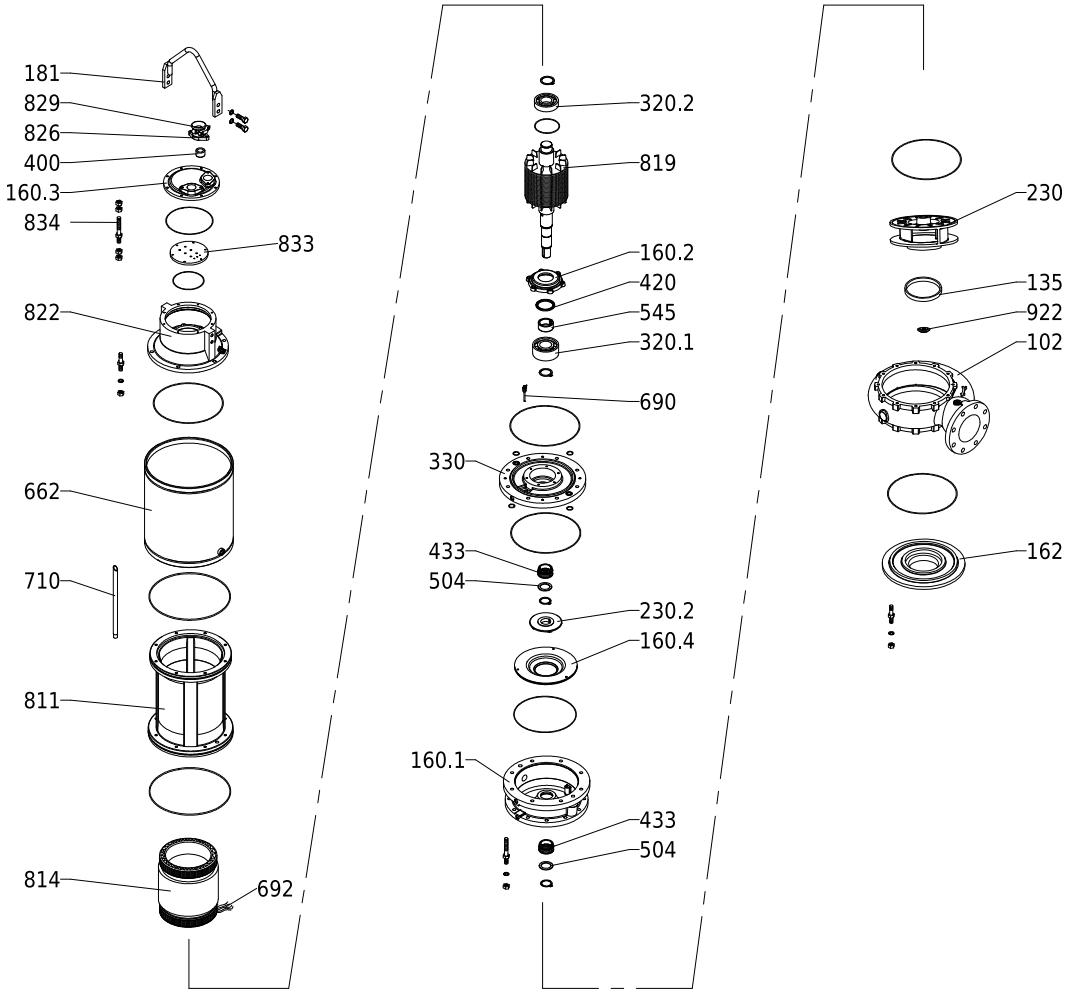
- Motor gövdesindeki yağ seviye tapasından yağ gelinceye kadar yağ doldurmaya devam ediniz.

Kullanılacak yağ: Viskozite 10 cst, (Öreğin Tellus C-10, BP-HP 10 veya Trafo yağı olabilir.)

**3) Alt rulman yatağının motor tarafına ve klemens kapağı bölgesine nem alıcı torba içinde SİLİKAJEL koyunuz.**

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Her bakımda tüm oringleri, contaları ve yağı kesinlikle değiştiriniz. |

### 10.24.12.4 DAÇ-SC Pompa Parça Resimleri ve Parça Listesi



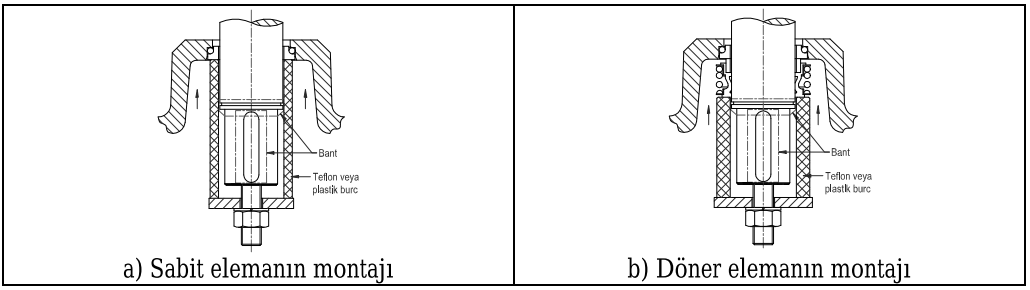

*Şekil 10.42 DAÇ-SC Pompa parça resimleri ve parça listesi*

102- Salyangoz
135- Yıpranma Halkası
160.1- Yağ Haznesi
160.2- Alt Yatak Kapağı
160.3- Klemens Kapağı
160.4- Soğutma Kapağı
162- Emme Ağzı
181- Motor Askı Kolu
230.1- Çark
230.2- Sirkülasyon Çarkı
320.1- Alt Rulman
320.2- Üst Rulman
330- Alt Yatak Gövdesi
400- Kablo Contası
420- Yağ Keçesi
433- Mek.Salmastra
504- Mekanik Salmastra Pulu
545- Rulman Burcu
662- Motor Soğutma Ceketi
690- Su Kaçağı Elektrodu
692- Termistör
710- Soğutma Borusu
811- Motor Gövdesi
814- Stator
819- Rotor
822- Üst Yatak Gövdesi
826- Kablo Rakoru
829- Kablo Kelepçesi
833- Klemens Tablası
834- Klemens Saplaması
922- Çark Somunu

## 10.24.13 Das ve Daç Tipi Dalgıç Pompada Mekanik Salmastra

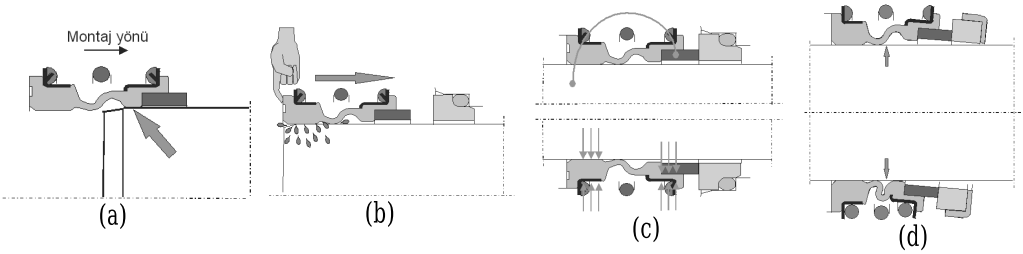
### 10.24.13.1 Mekanik Salmastra

- Mekanik salmastra olarak orijinal yedek parça kullanılmalıdır.
- Mekanik salmastralar temiz yerde muhafaza edilmelidir.
- Mekanik salmastra kullanılırken, mekanik salmastra ve monte edilecek olan parçalar ve mil yüzeyi temiz olmalıdır.
- Mekanik salmastrayı monte ederken çok dikkatli hareket edilmelidir. Darbeli, kasıntılı monte edilmemeli ve sökülmemelidir.
- Sökülen mekanik salmastra parçalarının çalışan yüzeylerine darbe uygulanmamalıdır. Çizik veya çatlak var ise yenisi ile değiştirilmelidir.
- MG1 tipi körüklü mekanik salmastranın montajının kolay olması için, körüğün içi çok az silikon esaslı inorganik bazlı yağ (signal viscol) ile yağlanmalıdır. Mekanik salmastranın montajını yaparken önce sabit elemanı yerine monte ediniz. Sabit elemanı yuvasına kasıntısız bir şekilde itina ile takınız. Mümkünse teflon veya plastik burcu eşit iterek oringi yuvasına oturtunuz. Oringin yerine tam ve düzgün oturduğuna emin olunuz.




a) Sabit elemanın montajı | b) Döner elemanın montajı

**Mekanik Salmastra Montajı :**
Türbosan A.Ş. özel sıvılar hariç genel olarak MG1 serisi mekanik salmastra kullanmaktadır. MG1 Mekanik Salmastra montajı kolay olup, aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

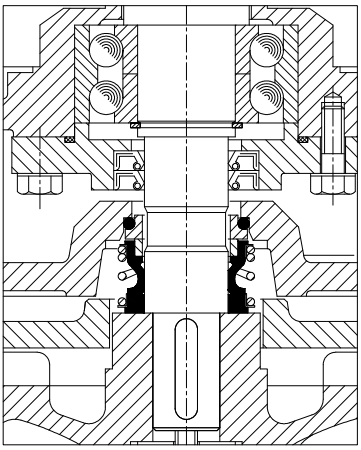



*Şekil 10.43 MG1 serisi mekanik salmastra montajı*

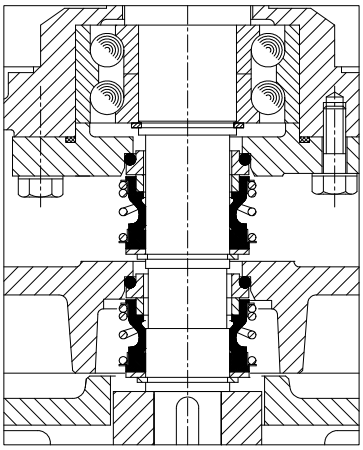
Mekanik salmastralar eksenel ve radyal kaçıklara karşı hassas değildir. Montaj ve demontaj yapılırken temizlik kurallarına ve kasıntısız montaja dikkat edilmelidir.. (Şekil 10.43 (d))

- MG1 tipi körüklü mekanik salmastranın dönen elemanının montajını kolay yapabilmek için, kauçuk körüğün içi çok az "Silikon esaslı inorganik bazlı yağ" veya su ile ıslatılmalıdır.
- Sabit eleman mekanik salmastra kapağına kasıntısız monte edilmelidir.
- Sabit elemanı monte ederken körüğe zarar vermemek için, montaj esnasında salmastranın mil üzerinde geçtiği faturalar, dişler ve kama yuvaları çok ince alüminyum folyo veya kağıt bantla kaplanmalıdır. Sabit eleman karşılıklı eşit kuvvetle itilerek yerine monta ediniz. Sonra bantı veya folyoyu çıkartınız.

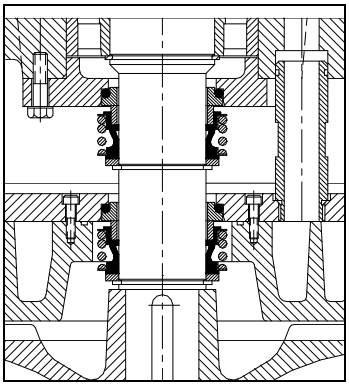
- Körüklü mekanik salmastranın çark tarafından montajı esnasında kauçuk körüğe zarar vermemek için milin ucunu, kama üzerini ve faturaları yerlere çok ince 0,1 mm kalınlığında alüminyum folyo veya kağıt bant ile sökülecek şekilde kaplayınız. Salmastranın körük elemanını karşılıklı eşit kuvvetle iterek yerine monte ediniz. Sonra folyo veya bantı çıkarınız.
- Mekanik salmastraların montaj şekilleri :



a) Tek Mekanik Salmastralı Pompa



b) Çift Mekanik Salmastralı Pompa



c) DAÇ-Y pompalarda çift mekanik salmastra

*Şekil 10.44 Mekanik salmastra montaj şekilleri*

- Türbosan'ın ürettiği dalgıç pompalarda;
  - 1,5 kW ile 11 kW arası Tek Mekanik Salmastra
  - 15 kW ve üstü Çift Mekanik Salmastra

  kullanılmaktadır.

| | |
|---|---|
| DİKKAT | - Mekanik salmastrayı takarken veya sökerken aşırı zorlamayınız, aksi halde kırabilirsiniz.<br>- Mekanik salmastrayı monte ederken kesinlikle kuvvet uygulamayınız. Teflon veya plastik benzeri burçlarla iterek yerine monte ediniz.<br>- Mekanik salmastrayı yerine monte etmeden önce tüm yüzeyleri yumuşak bir bezle temizleyiniz.<br>- Mekanik salmastrayı kasıntılı monte etmeyiniz. |

**10.24.13.2 Mekanik Salmastranın Kontrolu**

- Pompayı yağ tapalarından biri alta gelecek şekilde yatırın. Önce tapaların sıkılığını kontrol edin, sonra sökün. Pompa içindeki tüm yağı temiz bir kaba boşaltın.
  Yağ tapa yerlerini montaj resmine bakarak bulabilirsiniz.
- Yağa su karışmamışsa ve yağ miktarında bir azalma olmamışsa alt salmastralar ve yağ kutusunda bir problem yok demektir.
- Eğer yağ soluk sarı-gri bir renk almış, berraklığını kaybetmiş ve koyulaşmışsa veya ayrışmış halde su ve yağ görülebiliyorsa, alt salmastrada bir sorun var demektir. Pompa sökülüp genel bakım ve onarım yapılmalıdır.

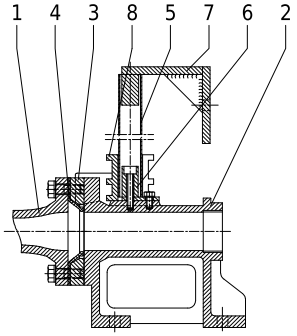
- Motor gövdesinde bir miktar su bulunması bir conta hatası olduğunu gösterir. Bu durumda motor altındaki ve klemens kutusu-motor arasındaki oringleri kontrol edin, gerekiyorsa değiştirin.
- Motor gövdesinde su bulunmasının en önemli nedeni kablonun ve kablo girişinin zedelenmiş olmasıdır. Kabloyu, kablo girişini ve klemens kutusunu kontrol edin.
- Motor gövdesinde su veya su-yağ karışımı bulunması pompanın genel bakım ve onarıma alınması gerektiğini gösterir. Bu durumda alt rulman değiştirilmelidir.
- Motor gövdesi içinde su veya su-yağ karışımı bulunmamalıdır.
- Kontrol olumlu sonuç vermişse tapaları dikkatlice sıkın. Tapa contalarının ve oturma yüzeylerinin temiz ve hasar görmemiş olmasına dikkat edilmelidir.

### 10.24.14 Yağlama

- Montaj sırasında rulmanları gres yağı ile 1/3 oranında doldurun. Tavsiye edilen gresler : FAG L7IV K3N-30 ve SKF LGMT 3.
- Montaj sonunda yağ haznesini yağ tapasının olduğu yerden yeni sıvı yağ ile doldurun. Yağ olarak trafo yağı veya Shell Tellus C-10 kullanılmalıdır. Yağ hava almamış olmalıdır.
- DEM 90 yağ haznesine : 0,4 litre
- DEM 100-112 yağ haznesine : 0,75 litre
- DEM 132 yağ haznesine : 1,5 litre yağ koyabilirsiniz.
- Diğer motor gövdeleri için gerekli yağ miktarını Türbosan Merkez Servis'ten öğrenebilirsiniz. Ayrıca bakım esnasında kontrol için boşaltılan yağ miktarı kadarını yenileyerek yağ bölmesine doldurabilirsiniz.
- DAÇ-Y pompaların ana soğutma yağı miktarını yukarıdaki tanıma göre belirleyebilirsiniz.
- Yağ ve kontrol tapalarını ve kablo girişini tekrar kontrol edin, pompa çarkını el ile döndürüp sıkılığına bakın, elektrik devresini bağlayıp dönüş yönünü kontrol edin.
- Pompayı zinciri kullanarak dikkatlice yerine indirin.

### 10.24.15 Kızak Montaj Şekilleri

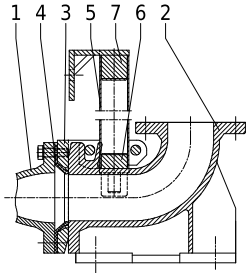
## Ø50 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi




1-Pompa
2-Kızak dirseği
3-Kızak flanşı
4-Kızak contası
5-Kızak borusu (30x40 Dikdörtgen profil (1adet))
6-Kızak alt sabitleme parçası
7-Kızak üst sabitleme parçası
8-Kızak kelepçesi
Not: Bu kızak sistemi sadece DAS 50/200 pompada kullanılmaktadır.

*Şekil 10.45 Ø50 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi*

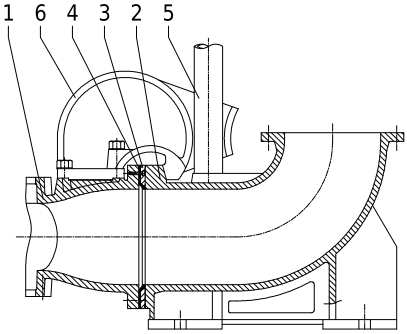
## Ø80~Ø200 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi




1-Pompa
2-Kızak dirseği
3-Kızak flanşı
4-Kızak contası
5-Kızak borusu (2”R)
6-Alt kızak pimi
7-Kızak üst sabitleme parçası

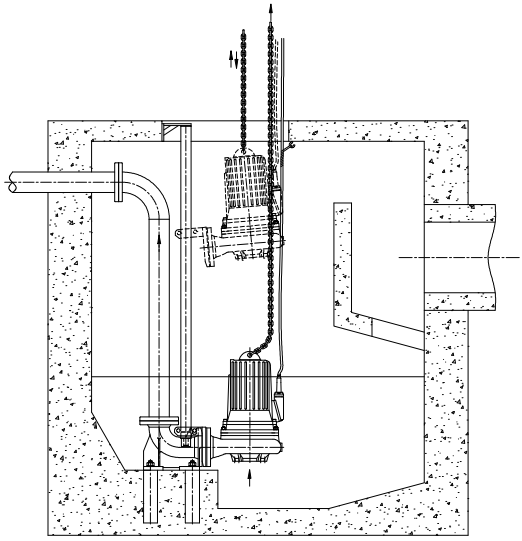
*Şekil 10.46 Ø80- Ø200 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi*

## Ø250~Ø300 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi



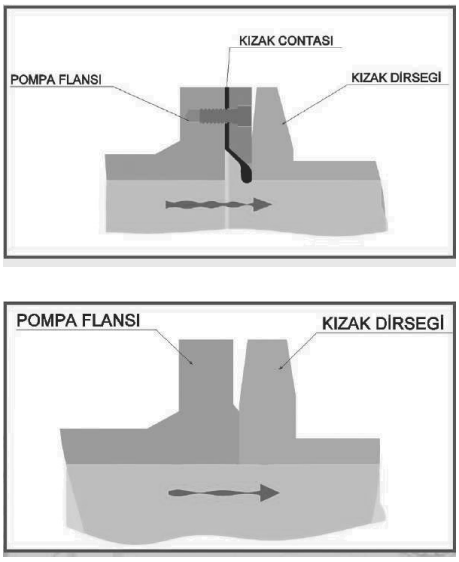

1-Pompa
2-Kızak dirseği
3-Adaptör flanş
4-Kızak contası
5-Kızak (Alt kızak pimi ve üst sabitleme parçası üzerinde kaynaklı)
6-Kızak kelepçesi

*Şekil 10.47 Ø250- Ø300 Kızak Sistemi Kesit Resim ve Parça Listesi*



*Şekil 10.48 Pompanın kuyuya indirilişi veya çıkartılış şekli*

### 10.24.15.1 Kızak Sisteminde Sızdırmazlık




*Şekil 10.49 Kızak sisteminde sızdırmazlık*

**KIZAKLI SİSTEMDE SIZDIRMAZLIK:**

**a) LASTİK CONTALI**

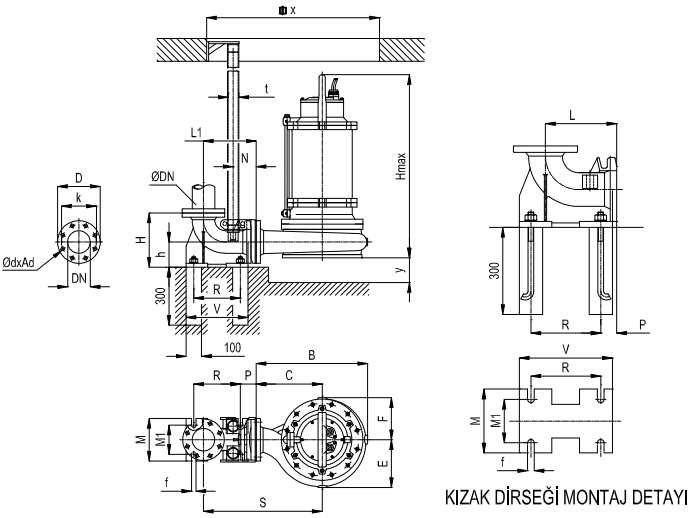
Pompanın çıkış flanşına bağlanan "pompa tespit flanşı" ile pompa flanşı arasına özel dizayn kızak contası bağlanır. Pompa çalışırken çıkış flanşında oluşan basınç contayı yana açarak kızak dirseğinin çalışma yüzeyine sıkıştırır. Kızak contası vasıtası ile yüzeyde %100 sızdırmazlık sağlanmış olur. Türbosan'ın standart olarak kullandığı bir sızdırmazlık sistemi olup, yıllardır başarı ile uygulanmaktadır.

**b) METAL – METAL**

Pompa çıkış flanşı ile kızak dirseği arasındaki sızdırmazlık, çok hassas işlenmiş pompa flanş yüzeyi ile kızak conta yüzeyinin metal metale temas etmesi ile sağlanmaktadır. Özel isteklerde bu uygulama yapılmaktadır.

## 10.24.16 Dalgıç Kızak Bağlantı (Ankraj) Ölçü Tablosu

## 10.24.16.1 Dalgıç Pompa (Daç) Kızaklı Montaj Detayı ve Ölçü Tablosu



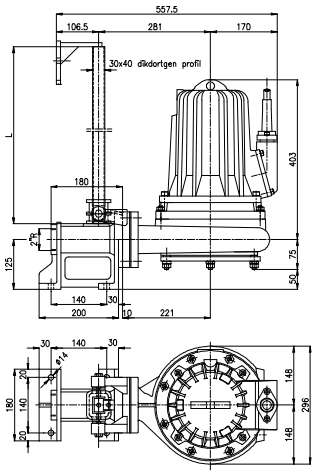

KIZAK DİRSEĞİ MONTAJ DETAYI

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EMME FLANŞI | | | BASMA FLANŞI | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Model | t | C | B | E | F | S | N | L1 | P | R | M1 | f | V | M | h | H | H max. | y | AxA min. | DN Emme | k Emme | Holes | DN Basma | k Basma | D Basma | Holes |
| Dac-Y 80/250 | 2" | 280 | 475 | 175 | 150 | 514 | 99 | 234 | 64 | 220 | 140 | 23 | 290 | 210 | 130 | 250 | 861 | 100 | 725x725 | 80 | 160 | 4xM16 | 80 | 160 | 200 | 4xØ18 |
| Dac-Y 80/315 | 2" | 340 | 585 | 255 | 235 | 574 | 99 | 234 | 64 | 220 | 140 | 23 | 290 | 210 | 130 | 250 | 942 | 100 | 825x825 | 80 | 160 | 4xM16 | 80 | 160 | 200 | 4xØ18 |
| Dac-Y 100/250 | 2" | 300 | 500 | 220 | 180 | 570 | 117 | 270 | 80 | 240 | 150 | 23 | 320 | 220 | 130 | 280 | 883 | 125 | 775x775 | 80 | 210 | 4xM16 | 100 | 180 | 220 | 8xØ18 |
| Dac-Y 100/315 | 2" | 340 | 575 | 248 | 220 | 610 | 117 | 270 | 80 | 240 | 150 | 23 | 320 | 220 | 130 | 280 | 963 | 125 | 850x850 | 80 | 160 | 4xM16 | 100 | 180 | 220 | 8xØ18 |
| Dac-Y 100/400 | 2" | 340 | 625 | 300 | 270 | 610 | 117 | 270 | 80 | 240 | 150 | 23 | 320 | 220 | 130 | 280 | 1243 | 125 | 900x900 | 100 | 180 | 8xM16 | 100 | 180 | 220 | 8xØ18 |
| Dac-Y 125/315 | 2" | 315 | 570 | 267 | 235 | 608 | 123 | 293 | 80 | 270 | 180 | 25 | 352 | 250 | 160 | 348 | 1253 | 150 | 875x875 | 125 | 210 | 8xM16 | 125 | 210 | 250 | 8xØ18 |
| Dac-Y 125/400 | 2" | 370 | 670 | 315 | 280 | 663 | 123 | 293 | 80 | 270 | 180 | 25 | 352 | 250 | 160 | 348 | 1492 | 150 | 975x975 | 125 | 210 | 8xM16 | 125 | 210 | 250 | 8xØ18 |
| Dac-Y 150/315 | 2" | 380 | 635 | 280 | 240 | 776 | 134 | 396 | 96 | 360 | 240 | 28 | 480 | 330 | 206 | 450 | 1276 | 200 | 1050x1050 | 150 | 240 | 8xM20 | 150 | 240 | 285 | 8xØ23 |
| Dac-Y 150/400 | 2" | 400 | 700 | 325 | 300 | 796 | 134 | 396 | 96 | 360 | 240 | 28 | 480 | 330 | 206 | 450 | 1311 | 200 | 1125x1125 | 150 | 240 | 8xM20 | 150 | 240 | 285 | 8xØ22 |
| Dac-Y 200/315N | 2" | 360 | 670 | 335 | 275 | 802 | 147 | 442 | 112 | 420 | 300 | 28 | 540 | 400 | 233 | 560 | 1298 | 250 | 1125x1125 | 200 | 295 | 8xM20 | 200 | 295 | 340 | 8xØ23 |
| Dac-Y 200/315F | 2" | 360 | 670 | 335 | 275 | 802 | 147 | 442 | 112 | 420 | 300 | 28 | 540 | 400 | 233 | 560 | 1332 | 250 | 1125x1125 | 200 | 295 | 8xM20 | 200 | 295 | 340 | 8xØ23 |
| Dac-Y 200/400F | 2" | 530 | 895 | 375 | 355 | 972 | 147 | 442 | 112 | 420 | 300 | 28 | 540 | 400 | 233 | 560 | 1712 | 150 | 1400x1400 | 200 | 295 | 8xM20 | 200 | 295 | 340 | 8xØ23 |
| Dac-Y 250/400N | 3" | 480 | 836 | 387 | 336 | 1022 | 174 | 542 | 107 | 532 | 375 | 28 | 682 | 500 | 260 | 665 | 2029 | 300 | 1400x1400 | 200 | 295 | 12xM16 | 250 | 350 | 395 | 12xØ23 |
| Dac-Y 250/400M | 3" | 480 | 836 | 387 | 336 | 1022 | 174 | 542 | 107 | 532 | 375 | 28 | 682 | 500 | 260 | 665 | 2049 | 300 | 1400x1400 | 250 | 350 | 12xM20 | 250 | 350 | 395 | 12xØ23 |
| Dac-Y 250/400F | 3" | 480 | 836 | 387 | 336 | 1022 | 174 | 542 | 107 | 532 | 375 | 28 | 682 | 500 | 260 | 665 | 2077 | 300 | 1400x1400 | 300 | 400 | 12xM20 | 250 | 350 | 395 | 12xØ23 |
| Dac-Y 250/600 | 3" | 650 | 1176 | 555 | 485 | 1192 | 174 | 542 | 107 | 532 | 375 | 28 | 682 | 500 | 260 | 665 | 2207 | 300 | 1750x1750 | 300 | 400 | 12xM20 | 250 | 350 | 395 | 12xØ23 |
| Dac-Y 300/500F | 3" | 585 | 1060 | 525 | 430 | 1289 | 217 | 604 | 129 | 575 | 425 | 36 | 775 | 565 | 290 | 618 | 2167 | 350 | 1750x1750 | 300 | 400 | 12xM20 | 300 | 400 | 445 | 12xØ23 |
| Dac-Y 400/400 | | 540 | 1090 | 620 | 476 | | | | | | | | | | | | | | | 400 | 515 | 16xM24 | 400 | 515 | 565 | 16xØ27 |
| Dac-Y 400/600F | | 700 | 1215 | 570 | 471 | | | | | | | | | | | | | | | 500 | 620 | 20xØ27 | 400 | 515 | 565 | 16xØ27 |
| Dac-Y 600/600 | | 700 | 1415 | 800 | 615 | | | | | | | | | | | | | | | 600 | 725 | 20xØ30 | 600 | 725 | 780 | 20xØ30 |
| Dac-Y 700/700 | | 1000 | 1795 | 900 | 685 | | | | | | | | | | | | | | | 720 | 840 | 24xØ30 | 700 | 840 | 895 | 20xØ30 |

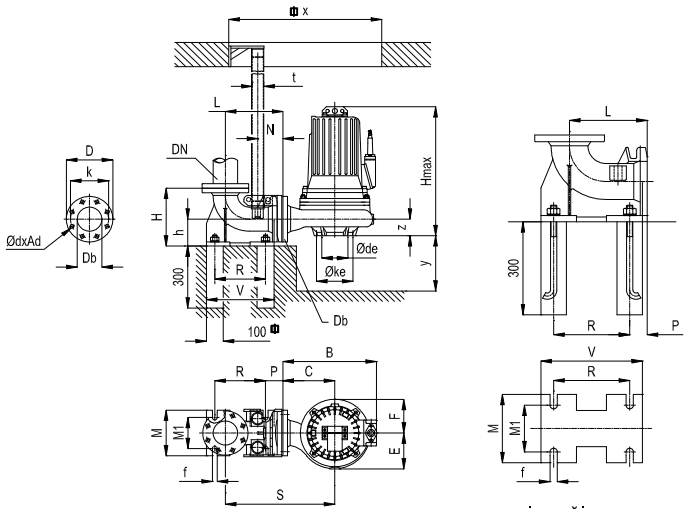
*Haber vermeksizin tasarım ve boyut değiştirme hakkımız saklıdır.
*Pompa ve motor güçleri çok büyük olduğu için boş ölçüler siparişe bağlı olarak değerlendiriliyor.

### 10.24.16.2 Dalgıç Pompa (Das) Kızaklı Montaj Detayı ve Ölçü Tablosu

* DAS 50/200 KIZAK SİSTEMİ



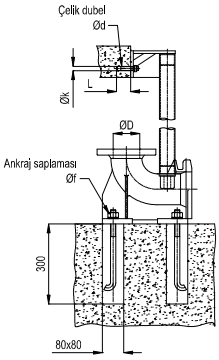

* DAS 80, 100, 125, 150 KIZAK SİSTEMİ




| | BASMA FLANSI | | | | | EMME FLANSI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POMPA TİPİ | DN | ØDb | Øk | n x Ød | ØD | Øke | n x M | Øde | t | C | B | E | F | S | N | L | P | R | M1 | f | V | M | h | H | H max. | y | z | AxA min. |
| * Das 50/200 | 50 | 50 | 110 | 4x18 | 140 | 145 | 4xM14 | 60 | 30x40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 434 | 100 | 51 | 650 |
| Das 80/160 | 80 | 80 | 160 | 4x18 | 200 | 160 | 4xM16 | 80 | 2" | 200 | 384 | 152 | 130 | 434 | 99 | 234 | 64 | 220 | 140 | 23 | 290 | 210 | 130 | 250 | 519 | 100 | 70 | 650 |
| Das 80/250 | 80 | 80 | 160 | 8x18 | 200 | 160 | 4xM16 | 80 | 2" | 280 | 475 | 195 | 185 | 514 | 99 | 234 | 64 | 220 | 140 | 23 | 290 | 210 | 130 | 250 | 585 | 105 | 60 | 750 |
| Das 100/200 | 100 | 100 | 180 | 8x18 | 220 | 170 | 4xM16 | 100 | 2" | 246 | 438 | 173 | 158 | 516 | 117 | 270 | 80 | 240 | 150 | 23 | 320 | 220 | 130 | 280 | 619 | 125 | 95 | 720 |
| Das 125/250 | 125 | 125 | 210 | 8x18 | 250 | 210 | 8xM16 | 125 | 2" | 315 | 519 | 222 | 185 | 608 | 123 | 293 | 80 | 270 | 180 | 25 | 352 | 250 | 160 | 348 | 623 | 150 | 140 | 850 |
| Das 125/300 | 125 | 125 | 210 | 8x18 | 250 | 225 | 8xM16 | 150 | 2" | 355 | 607 | 265 | 220 | 648 | 123 | 293 | 80 | 270 | 180 | 25 | 352 | 250 | 160 | 348 | 698 | 150 | 130 | 920 |
| Das 150/250 | 150 | 150 | 240 | 8x23 | 285 | 295 | 8xM20 | 200 | 2" | 355 | 589 | 255 | 205 | 751 | 134 | 396 | 96 | 360 | 240 | 27 | 480 | 330 | 206 | 450 | 725 | 200 | 160 | 1000 |

*Haber vermeksizin tasarım ve boyut değiştirme hakkımız saklıdır.

### 10.24.16.3 Dalgıç Pompa (Das, Daç) Kızak Dirseği Ankrajı ve Kızak Borusu Üst Bağlantı Detayı

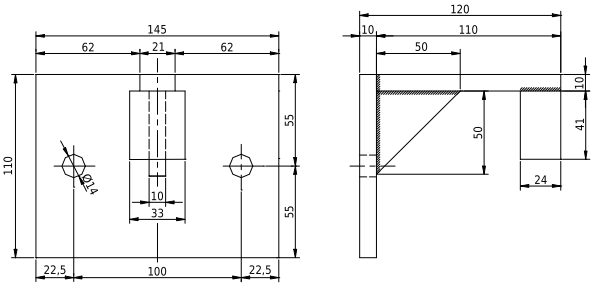



| Dirsek Anma Çapı ØD | Ankraj Saplaması ölçüsü Øf | Çelik dubel ölçüsü Ød | Dubel yuvası çapı Øk | Dubel yuvası boyu L |
|---|---|---|---|---|
| 50 | M12 | M12 | Ø17 | 50 |
| 80 | M20 | M20 | Ø25 | 80 |
| 100 | M20 | M20 | Ø25 | 80 |
| 125 | M22 | M20 | Ø25 | 80 |
| 150 | M24 | M20 | Ø25 | 80 |
| 200 | M24 | M20 | Ø25 | 80 |
| 250 | M24 | M20 | Ø25 | 80 |
| 300 | M30 | M20 | Ø25 | 80 |

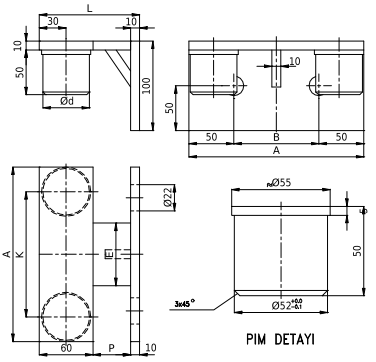
- Kızak Dirseği, pompanın monte edileceği çukurun kuru ve temiz olduğu zaman monte edilmelidir.
- Kızak direğinin ankraj bağlantısı ve betonlanması dirseği terazisinde ayarladıktan sonra yapılmalıdır.
- Kızak dirseğinin altındaki beton pompanın montajına ve emmesine engel olmamalıdır.

### 10.24.16.4 Dalgıç Pompa (Das, Daç) Kızaklı Montaj Boru Üst Sabitleme Parçası Detayı ve Ölçü Tablosu

**Ø50 mm Kızak Dirseği için**



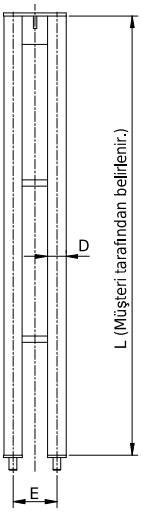

**Ø80~Ø200 ve arası Kızak Dirseği için**




| SIZE | DIMENSIONS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | E | K | L | P | Ød | gecen boru anma capi |
| Ø80 | 200 | 100 | 70 | 140 | 120 | 50 | Ø52 | 2" |
| Ø100 | 200 | 100 | 70 | 140 | 120 | 50 | | |
| Ø125 | 220 | 120 | 70 | 160 | 142 | 72 | | |
| Ø150 | 260 | 160 | 130 | 200 | 157 | 87 | | |
| Ø200 | 310 | 210 | 150 | 250 | 192 | 122 | | |

- Ø200 den büyük kızak sistemlerinde alt ve üst kızak sabitleme parçaları kızak üzerine kaynaklıdır.

### 10.24.16.5 Dalgıç Pompa (Das, Daç) Kızaklı Montaj Kızak Borusu Detayı ve Ölçü Tablosu




**Kızak Borusu Ölçüleri**

| Basma Ağzı Çapı mm | Kızak Boru Arası "E" mm | Kızak Borusu Ölçüsü D mm |
|---|---|---|
| Ø50 (2"R) | - | 30x40 Dikdörtgen |
| Ø80 | 140 | Ø52 (2"R) Boru |
| Ø100 | 140 | Ø52 (2"R) Boru |
| Ø125 | 160 | Ø52 (2"R) Boru |
| Ø150 | 200 | Ø52 (2"R) Boru |
| Ø200 | 250 | Ø52 (2"R) Boru |
| Ø250 | 120 | Ø88,9 (3"R) Boru |
| Ø300 | 200 | Ø88,9 (3"R) Boru |

- Ø50 (2"R) Kızak sistemi 30x40 Dikdörtgen profildir ve 1 adet kızak borusu ile çalışır. Diğer kızak sistemleri 2 adet boru ile çalışır ve iki boru arası mesafe "E" ölçüsü ile yukarıdaki tabloda belirtilmiştir.
- Kızak boyu "L" ölçüsü pompanın çalışacağı keson yüksekliğine göre değişir ve bundan ötürü müşteri tarafından bildirilir.

## 10.24.17 Dalgıç Pompa Motorlarında Kullanılan Kablo Kesitleri, Rulmanlar ve Mekanik Salmastra Çapları

| MOTOR TİPİ | p kw | n d / d | RULMANLAR ÜST | RULMANLAR ARA | RULMANLAR ALT | MEK.SALMASTRA BURGMANN | KABLO TİP | KABLO ADETLER | KABLO DIŞ ÇAP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DEM 90 | 1,5 | 1450 | 6304ZR | | 6305ZR | MG1/Ø20-G6 | HO7RN-f | 4X2.5+3X1.5 | Ø18 mm |
| | 2,2 | | | | | | | | |
| DEM 100 | 3 | 2900 | 6305ZR | | 3306BTVH | MG1/Ø30-G6 | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 2,2 | 1450 | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 1,5 | 960 | | | | | | | |
| DEM 112 | 4 | 2900 | | | | | | | |
| | 5,5 | | | | | | | | |
| | 4 | 1450 | | | | | | | |
| | 2,2 | 960 | | | | | | | |
| DEM 132 | 5,5 | 2900 | 6306ZR | | 3307BTVH | | | 7x2,5+3x1,5 | Ø22 mm |
| | 7,5 | | | | | | | | |
| | 11 | | | | | | | | |
| | 5,5 | 2900 | | | | | | 4X2.5+3X1.5 | Ø18 mm |
| | 7,5 | | | | | | | 7x2,5+3x1,5 | Ø22 mm |
| | 11 | | | | | | | | |
| | 3 | 960 | | | | | | 4X2.5+3X1.5 | Ø18 mm |
| YEM 132 | 5,5 | 1450 | 6307 | | | MG1/Ø30-G6 | | 7x2,5+3x1,5 | Ø22 mm |
| | 7,5 | | | | | | | | |
| | 3 | 960 | | | | | | 4X2.5+3X1.5 | Ø18 mm |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 5,5 | | | | | | | | |
| YEM 160 | 11 | 1450 | 6309 | | 3310 - C3 | MG1/Ø40-G6 | | 7x2,5+3x1,5 | Ø22 mm |
| | 15 | | | | | | | 4x6+2x1,5 | |
| | 7,5 | 960 | | | | | | 7x2,5+3x1,5 | |
| | 11 | | | | | | | | |
| YEM 180 | 18,5 | 1450 | | | | | | 4x6+2x1,5 | Ø22 mm |
| | 22 | | | | | | | 4x10+2x1,5 | Ø29 mm |
| | 15 | 960 | | | | | | 4x6+2x1,5 | Ø22 mm |
| YEM 200 | 37 | 1450 | 6311 | NU212 | 6312 | MG1/Ø50-G6 | | 4x10+2x1,5 | Ø29 mm |
| | 45 | 960 | | | | | | 4x6+2x1,5 | Ø22 mm |
| | 30 | | | | | | | 4x10+2x1,5 | Ø29 mm |
| YEM 225 | 37 | 1450 | | | | | | 3x16+10+2x1.5 | Ø32mm |
| | 45 | | | | | | | | |
| | 30 | 960 | | | | | | 4x10+2x1,5 | Ø29 mm |
| YEM 250 | 55 | 1450 | | NU2214E.TVP2 | 6314 | MG1/Ø60-G6 | | 3x25+16+2x1,5 | Ø38 mm |
| | 37 | 960 | | | | | | 3x16+10+2x1.5 | Ø32mm |
| YEM 280 | 75 | 1450 | NU2214E.TVP2 | NU2216 | 7316 | MG1/Ø70-G6 | | 3x35+16 ve 6x2,5 | Ø38 ve Ø17 mm |
| | 90 | | | | | | | | |
| | 45 | 960 | | | | | | 3x25+16+2x15 | Ø38 mm |
| | 55 | | | | | | | | |
| | 37 | 730 | | | | | | 3X16+10+2X1.5 | Ø32 mm |
| | 45 | | | | | | | | |
| YEM 315 | 110 | 1450 | NU2217 | NU2216E.TVP2 | 3316 | | | 3x50+25 ve 6x2,5 | Ø47-Ø17 mm |
| | 132 | | | | | | | | |
| | 160 | | | | | | | 3x70+35 ve 6x2,5 | Ø49-Ø17 mm |
| | 75 | 960 | | | | | | 3x35+25 ve 6x2,5 | Ø38 ve Ø17 mm |
| | 90 | | | | | | | | |
| | 110 | | | | | | | 3x50+25 ve 6x2,5 | Ø47-Ø17 mm |
| | 132 | | | | | | | | |
| | 55 | 730 | | | | | | 3x25+16+2x1,5 | Ø38 mm |
| | 75 | | | | | | | 3x35+16 ve 6x2,5 | Ø38 ve Ø17 mm |
| YEM 355 | 160 | 960 | NU 2219 | NU 2222 | 7322 | MG1/Ø90-G6 | | 3x70+35 ve 6x2,5 | Ø49-Ø17 mm |
| | 200 | | | | | | | 3x95+50 ve 6x2,5 | Ø54-Ø17 mm |

## 10.24.18 Arıza Tespiti

### 10.24.18.1 DAS Tipi Dalgıç Pompalarda Arıza Tespiti

| ARIZA TİPLERİ | ARIZA OLUŞ NEDENİ | MÜDAHALE |
|---|---|---|
| Pompa çalışmıyorsa (motora yol verilmiyorsa) | Hatta enerji yoktur. | Yetkili ve ehliyetli elektrikçi personel tarafından enerji Devrelerinin kontrol edilmesi gerekir. |
| | Gerilim düşük | Kontrol ediniz. 380V, ± %5 olmalıdır. |
| | Sigorta atmış | Yetkili ve ehliyetli elektrikçi personel tarafından sigortalar değiştirillmelidir. |
| | Flatör arızalı | Kontrol ediniz. |
| | Kablo kopuk veya kelemenskutusundan çıkmış. | Kablolar bağlantı uçlarından kontrol edilmeli, devre gösterip göstermediğine bakılmalıdır. |
| | Koruma devresi açmış.<br>1) Termik atmış<br>2) Aşırı ısınma ve su kaçağı gösteriyor. | 1) Pompanın termik ayarı kontol edilmeli normal ise pompanın çektiği güç kontrol edilmeli, çekilen güç yüksek ise yetklili servise müracaat edilmelidir.<br>2) Aşırı ısınma ledi yanıyorsa çalışma koşulları gözden geçirilmeli, kuru çalışma veya kötü soğutma şartları giderilmelidir.<br>su kaçağı ledi yanıyorsa motor gövdesi ve yağ haznesindeki yağ kontrol edilmeli, temiz trafo yağı ile değiştirilmeli. Tekrarı halinde yetkili Servislere müracaat edilmelidir.<br>* Hiçbir uygunsuzluk olmadığı takdirde aşırı ısınma ve su kaçağı rölesinin bozulma ihtimali göz önüne alınarak yedeği ile değiştirilerek kontrol edilmelidir. |
| | Pompa çarkı bloke olmuş. | Motorun enerjisi kesilerek pompanın emme ve basma ağzından içeri bakılmalıdır. Katı parçaların tıkaması veya çarkın çözülerek sıkışması gibi uygunsuzluklar giderilmelidir. |
| Kapasite düşük veya pompa basmıyor. | Pompa ters dönüyor. | Dönüş yönü kontrol edilerek düzeltilmelidir. |
| | Basma borusu tıkalı. | Basma borusu geri yıkama yapılarak temizlenmelidir. |
| | Manometrik yükseklik (Hm) çok yüksek | Statik yüksekliği ve sistem kayıplarını yeniden hesaplayınız. |
| | Çark veya salyangoz tıkanmış. | Pompa çıkarılıp temizlenmelidir. |
| | Çark fazla aşınmış veya kırık. | Çark değiştirilmelidir. |
| | Tesisatta hava cebi var. | Pompa stop edilip hava tahliye edilmeli ve yol verilmelidir. |
| Motor gövdesinde<br>* Su varsa<br>* Yağ varsa<br>* Yağ haznesinde su varsa<br>(STR ikaz veriyor) | Basılan sıvı sıcak (40℃'den fazla) | Kesinlikle pompanın :<br><br>* Klemens kutusu<br>* Yağ haznesi<br><br>* Motor gövdesini açmayınız ve hemen Türbosan Yetkili Servisine haber veriniz. |
| | Mek.Salm. aşınmış veya kırık | |
| | Salyangozun içi katı maddelerle dolmuş. | |
| | | |
| | Kablo yırtık, delik veya kelemens kutusundan çıkmış. | |
| | Oringler aşınmış veya bozulmuş | |
| | Röle bağlantıları yanlış | |
| | Röle arızalı | |

| ARIZA TİPLERİ | ARIZA OLUŞ NEDENİ | MÜDAHALE |
|---|---|---|
| Motor yanıyorsa | - Gerilim çok düşük veya yüksek<br>- Ani gerilim dalgalanması<br>- Motor iki faza kalmış<br>- Koruma rölesi (STR) hatalı bağlanmış veya bağlı değil<br>- Flatör seviyesi hatalı veya arızalı<br>- Çark veya salyangoz tıkanmış<br>- Pompanın çark ve yıpranma halkalarının aşınması nedeni ile fazla amper çekilmesi<br>- Pompanın kuru (susuz) çalışması<br>- Motorun içine su girmesi (su kaçağı)<br>- Rulmanlar dağılmış, rotor sürtüyor.<br>- Mekanik salmastra aşınmış veya kırık<br>- Saatteki start-stop sayısı fazla.<br>- Dönüş yönü yanlış<br>- Yanlış işletme noktasında çalışıyor.<br>- Yüksek viskoziteli sıvıların (yoğun çamur veya kumlu) pompajında kullanılıyor<br>- Basılan sıvı sıcaklığı 40℃'den fazla.<br>- Elektrik panosu uygun değil. | Türbosan Yetkili Servisine başvurunuz. |

## 10.24.18.2 DAÇ-Y Tipi Pompalarda Arıza Tespiti

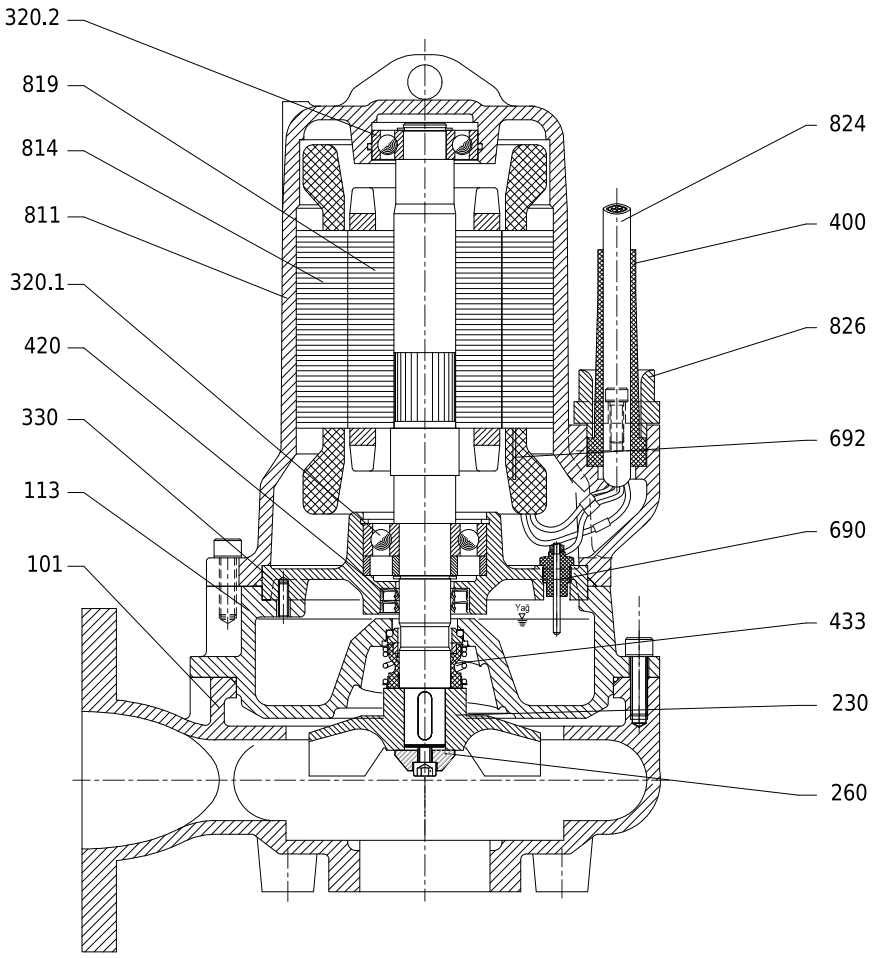
| ARIZA | NEDENİ | MÜDAHALE |
|---|---|---|
| Pompa çalışmıyorsa (motora yol verilmiyorsa) | Hatta enerji yoktur. | Enerji devrelerini ve kontrol panosunu kontrol ediniz. |
| | Seviye regülatörü (Flatör) arızalı | Kontrol ediniz. |
| | Sigorta atmış | Sigortaları kontrol ediniz. |
| | Kablo kopuk | Kablolar bağlantı uçlarında kontrol edilmeli devre gösterip göstermediğine bakılmalıdır. |
| | Koruma devresi açmış.<br>1) Termik atmış<br>2) Aşırı ısınma ve su kaçağı gösteriyor. | 1) Pompanın termik ayarı kontol edilmeli normal ise pompanın çektiği güç kontrol edilmeli, çekilen güç yüksek ise yetklili servise müracaat edilmelidir.<br>2) Aşırı ısınma ledi yanıyorsa çalışma koşulları Gözden geçirilmeli, kuru çalışma veya kötü Soğutma şartları giderilmelidir.<br>su kaçağı ledi yanıyorsa motor gövdesi ve yağ haznesindeki yağ kontrol edilmeli, temiz yağ ile değiştirilmeli. Tekrarı halinde yetkili Servislere müracaat edilmelidir.<br>* Hiçbir uygunsuzluk olmadığı takdirde aşırı ısınma ve su kaçağı rölesinin bozulma ihtimali göz önüne alınarak yedeği ile değiştirilerek kontrol edilmelidir. |
| | Pompa çarkı bloke olmuş. | Motorun enerjisi kesilerek pompanın emme ve basma ağzından içeri bakılmalıdır. Katı parçaların tıkaması veya çarkın çözülerek sıkışması gibi uygunsuzluklar giderilmelidir. |
| Kapasite düşük veya basmıyor. | Pompa ters dönüyor. | Dönüş yönü kontrol edilerek düzeltilmelidir. |
| | Basma borusu tıkalı. | Basma borusu geri yıkama yapılarak temizlenmelidir. |
| | Manometrik yükseklik (Hm) çok yüksek | Statik yüksekliği ve sistem kayıplarını yeniden hesaplayınız. |
| | Çark veya salyangoz tıkanmış. | Pompa çıkarılıp temizlenmelidir. |
| | Çark fazla aşınmış. | Çark değiştirilmelidir. |
| | Tesisatta hava cebi var. | Pompa stop edilip hava tahliye edilmeli ve yol verilmelidir. |
| | Gerilim çok düşük. | Kontrol ediniz, 380V ± %5 olmalıdır. |
| | Bir faza gerilim gelmiyor veya Sigorta atmış. | Kontrol ediniz. |
| Motor gövdesinde ve Yağ haznesinde su varsa | * Mekanik salmastra kırık<br>* Oringler aşınmış<br>* Kablo sızdırmazlık contası Kaymış veya yırtılmış<br>* Kablo yırtılmış, delinmiş veya çıkmış. | Kesinlikle pompanın<br>* Klemens kutusu<br>* Yağ haznesi<br>* Motor gövdesini açmayınız ve hemen Türbosan Yetkili Servisine haber veriniz. |
| Sargı sıcaklık (Termistör) devresi sık sık arıza sinyali veriyor. | Basılan sıvı sıcak (40℃'den fazla) | Çalışma koşulunu düzeltiniz. |
| | Motor soğutma yağı eksik | Pompayı kontrol ediniz. |
| | Eşanjör dış yüzeyinde katı madde birikmiş. | Pompayı çıkartarak temizleyiniz. |
| | Yağ pompasında arıza var. | Genel bakıma alınız. |
| | Yağ viskozitesi yüksek. | Uygun yağ ile değiştiriniz. |
| Su kaçağı devresi (Elektrod) arıza sinyali veriyor. | Mekanik salmastra yüzeyi aşınmış,kırılmış veya konik yırtılmış | Genel bakıma alarak değiştiriniz. |
| | Yağ tapaları yeterince sıkılmamış, tapa contaları ve conta Yüzeyleri hasarlı | Yenisi ile değiştiriniz ve kontrollü sıkınız. |
| | Yağ sirkülasyon borusu sıkılmamış ve çatlak. | Kontrol ediniz. |

## 10.24.18.3 DAÇ-SC Tipi Dalgıç Pompalarda Arıza Tespiti

| ARIZA | NEDENİ | MÜDAHALE |
|---|---|---|
| Pompa çalışmıyorsa (motora yol verilmiyorsa) | Hatta enerji yoktur. | Enerji devrelerini ve kontrol panosunu kontrol ediniz. |
| | Seviye regülatörü (Flatör) arızalı | Kontrol ediniz. |
| | Sigorta atmış | Sigortaları kontrol ediniz. |
| | Kablo kopuk | Kablolar bağlantı uçlarında kontrol edilmeli devre gösterip Göstermediğine bakılmalıdır. |
| | Koruma devresi açmış.<br>1) Termik atmış<br>2) Aşırı ısınma ve su kaçağı gösteriyor. | 1) Pompanın termik ayarı kontol edilmeli normal ise pompanın çektiği güç kontrol Edilmeli, çekilen güç yüksek ise yetklili servise Müracaat edilmelidir.<br>2) Aşırı ısınma ledi yanıyorsa çalışma koşulları Gözden geçirilmeli, kuru çalışma veya kötü Soğutma şartları giderilmelidir.<br>Su kaçağı ledi yanıyorsa motor gövdesi ve yağ Haznesindeki yağ kontrol edilmeli, temiz yağ ile değiştirilmeli. Tekrarı halinde yetkili Servislere müracaat edilmelidir.<br>* Hiçbir uygunsuzluk olmadığı takdirde aşırı ısınma ve su kaçağı rölesinin bozulma ihtimali göz önüne alınarak yedeği ile değiştirilerek kontrol edilmelidir. |
| | Pompa çarkı bloke olmuş. | Motorun enerjisi kesilerek pompanın emme ve basma ağzından içeri bakılmalıdır. Katı parçaların tıkaması veya çarkın çözülerek sıkışması gibi uygunsuzluklar giderilmelidir. |
| Kapasite düşük veya basmıyor. | Pompa ters dönüyor. | Dönüş yönü kontrol edilerek düzeltilmelidir. |
| | Basma borusu tıkalı. | Basma borusu geri yıkama yapılarak temizlenmelidir. |
| | Manometrik yükseklik (Hm) çok yüksek | Statik yüksekliği ve sistem kayıplarını yeniden hesaplayınız. |
| | Çark veya salyangoz tıkanmış. | Pompa çıkarılıp temizlenmelidir. |
| | Çark ve yıpranma halkası aşınmış. | Yenisi ile değiştiriniz. |
| | Tesisatta hava cebi var. | Pompa stop edilip hava tahliye edilmeli ve yol verilmelidir. |
| | Gerilim çok düşük. | Kontrol ediniz, 380V ± %5 olmalıdır. |
| | Bir faza gerilim gelmiyor veya Sigorta atmış. | Kontrol ediniz. |
| Motor gövdesinde ve Yağ haznesinde su varsa | * Mekanik salmastra kırık<br>* Oringler aşınmış<br>* Kablo sızdırmazlık contası kaymış veya yırtılmış<br>* Kablo yırtılmış, delinmiş veya çıkmış. | Kesinlikle pompanın<br>* Klemens kutusu<br>* Yağ haznesi<br>* Motor gövdesini açmayınız ve hemen Türbosan Yetkili Servisine haber veriniz. |
| Sargı sıcaklık (Termistör) devresi sık sıkarıza sinyali veriyor | Basılan sıvı sıcak (40℃'den fazla) | Çalışma koşulunu düzeltiniz. |
| | Pompa çok sık devreye girip çıkıyor | Pompayı, flatörleri ve sistemi kontrol ediniz. |
| Su kaçağı devresi (Elektrod) arıza sinyali veriyor. | Mekanik salmastra yüzeyi aşınmış,kırılmış veya konik yırtılmış | Genel bakıma alarak değiştiriniz. |
| | Yağ tapaları yeterince sıkılmamış, tapa contaları ve conta yüzeyleri hasarlı | Yenisi ile değiştiriniz ve kontrollü sıkınız. |
| | Motor dış kılıfı yırtılmış | Tamir ediniz veya yenisi ile değiştiriniz. |

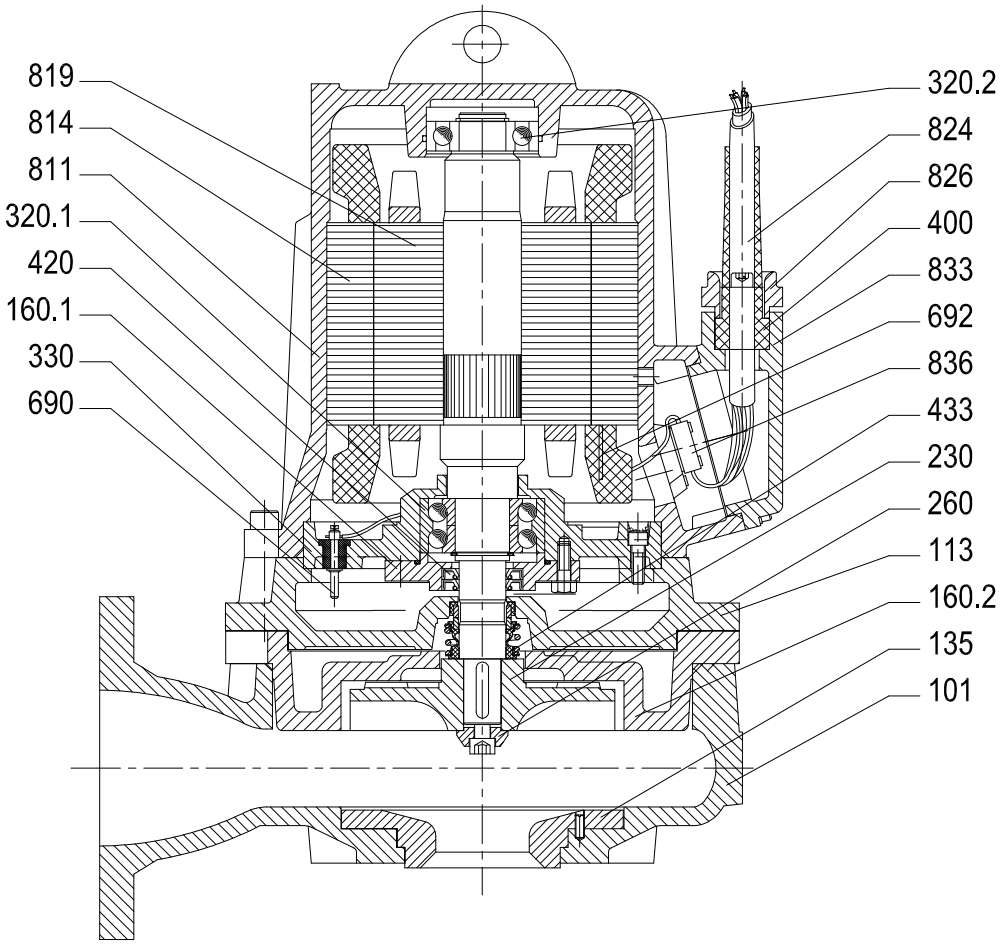
## 10.24.19 DALGIÇ POMPA KESİT RESİMLERİ

### 10.24.19.1.a Das Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi (DEM 90 ve DEM 100 Uygulaması)



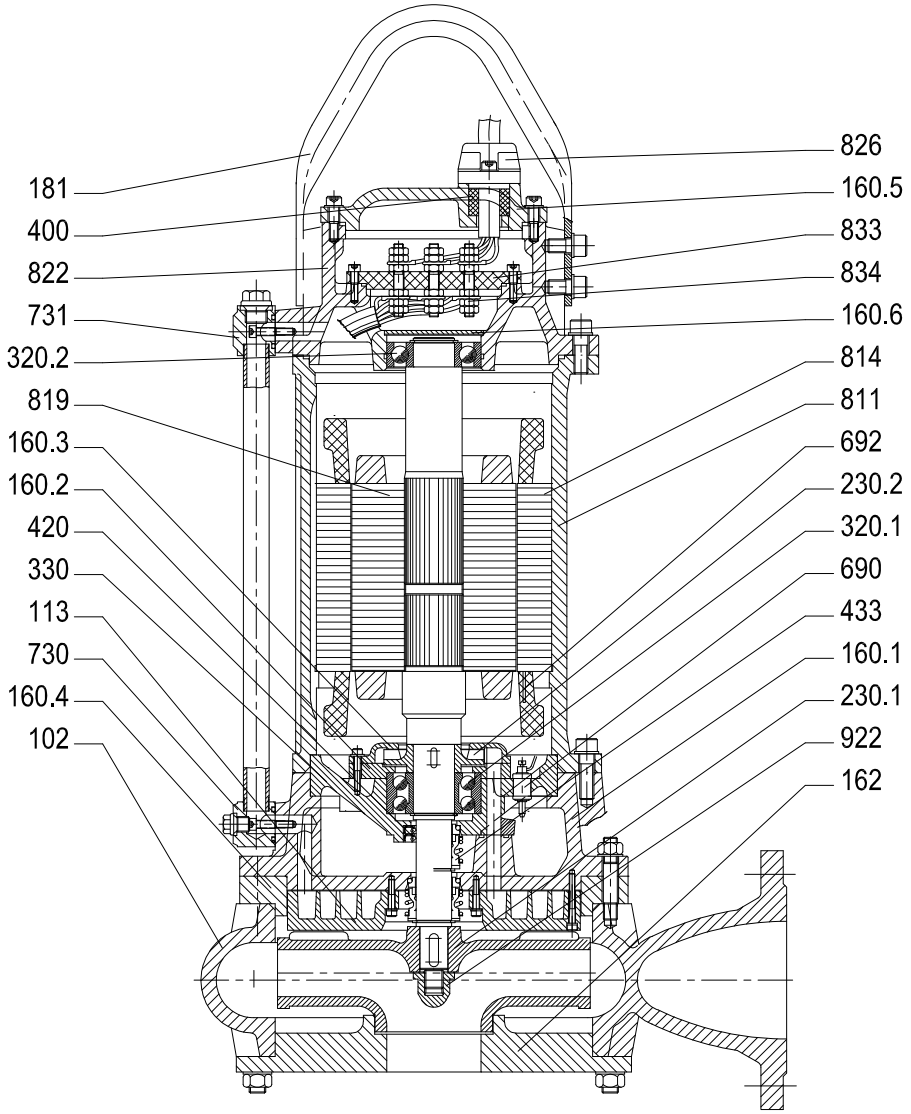

| | | | |
|---|---|---|---|
| 101- Salyangoz | 320.1- Rulman (alt) | 420- Yağ keçesi | 811- Motor gövdesi |
| 113- Yağ haznesi | 320.2- Rulman (üst) | 433- Mekanik salmastra | 814- Stator |
| 230- Çark | 330- Alt yatak gövdesi | 690- Su kaçağı elektrodu | 819- Rotor mili |
| 260- Çark pulu | 400- Kablo contası | 692- Termistör | 824- Kablo |
| | | | 826- Kablo gleni |

**10.24.19.1.b Das Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi (DEM 112 ve 132S-M Uygulaması)**



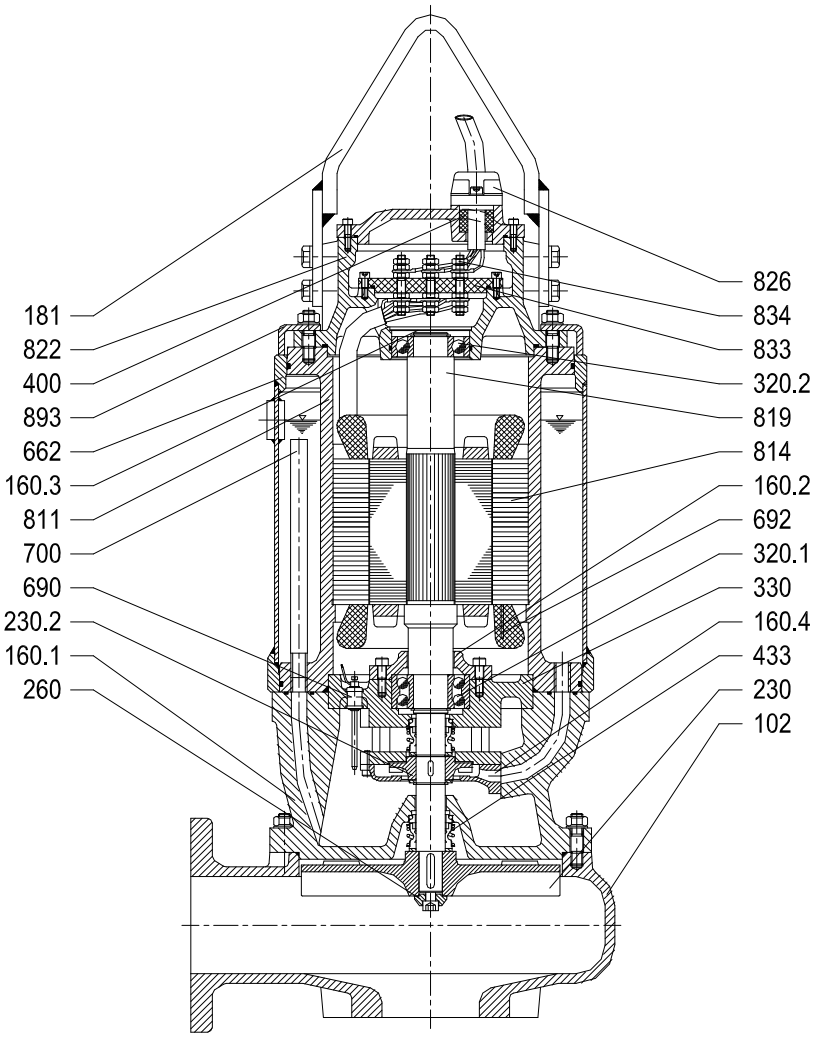

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101- | Salyangoz | 260- | Çark pulu | 433- | Mekanik salmastra | 824- | Kablo |
| 113- | Yağ haznesi | 320.1- | Rulman (alt) | 690- | Su kaçağı elektrodu | 826- | Kablo gleni |
| 135- | Yıpranma halkası | 320.2- | Rulman (üst) | 692- | Termistör | 833- | Klemens kapağı |
| 160.1- | Yatak kapağı | 330- | Alt yatak gövdesi | 811- | Motor gövdesi | 836- | Klemens |
| 160.2- | Adaptör | 400- | Kablo contası | 814- | Stator | | |
| 230- | Çark | 420- | Yağ keçesi | 819- | Rotor mili | | |

### 10.24.19.2 Daç Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi




102- Salyangoz
113- Eşanjör
160.1- Yağ Haznesi
160.2- Yağ Pompası Kapağı
160.3- Yağ Pompa Salyangozu
160.4- Adaptör
160.5- Klemens Kapağı
160.6- Saç Kapak
162- Emme Ağzı
181- Motor Askı Kolu
230.1- Çark
230.2- Yağ Pompa Çarkı
320.1- Alt Rulman
320.2- Üst Rulman
330- Alt Yatak Gövdesi
400- Kablo Contası
420- Yağ Keçesi
433- Mek.Salmastra
922- Çark Somunu
730- Özel Dirsek Rakoru
731- Özel T Rakor
690- Su Kaçağı Elektrodu
692- Termistör
811- Motor Gövdesi
814- Stator
819- Rotor
822- Üst Yatak Gövdesi
826- Kablo Rakoru
833- Klemens Tablası
834- Klemens Saplaması

### 10.24.19.3 Daç-SC Pompa Kesit Resim ve Parça Listesi



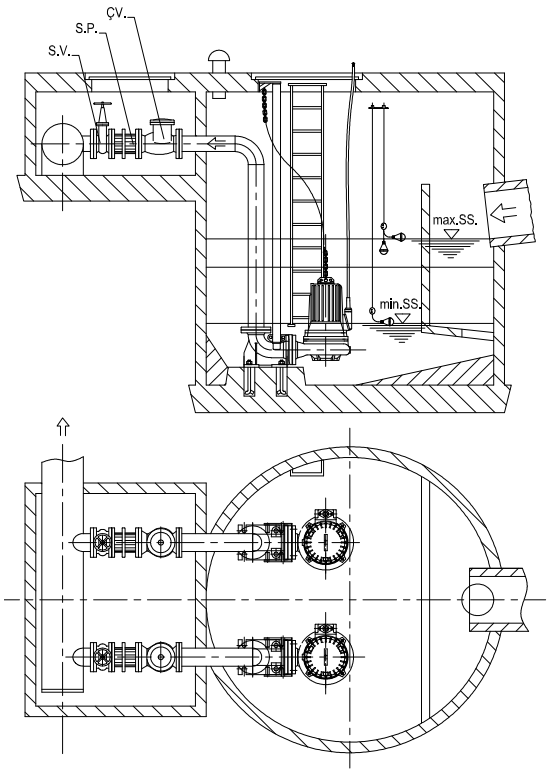

| | | |
|---|---|---|
| 102- Salyangoz | 260- Çark Pulu | 811- Motor Gövdesi |
| 160.1- Yağ Haznesi | 320.1- Alt Rulman | 814- Stator |
| 160.2- Alt Yatak Kapağı | 320.2- Üst Rulman | 819- Rotor |
| 160.3- Sac Kapak | 330- Alt Yatak Gövdesi | 822- Üst Yatak Gövdesi |
| 160.4- Yağ Pompa Salyangozu | 400- Kablo Contası | 826- Kablo Rakoru |
| 181- Motor Askı Kolu | 433- Mek.Salmastra | 833- Klemens Tablası |
| 230.1- Çark | 690- Su Kaçağı Elektrodu | 834- Klemens Saplaması |
| 230.2- Yağ Pompa Çarkı | 692- Termistör | |

| | |
|---|---|
| DAS | 11 kW'a kadar ve 15 kW ve üstü |
| DAÇ-Y | |
| DAÇ-SC | |

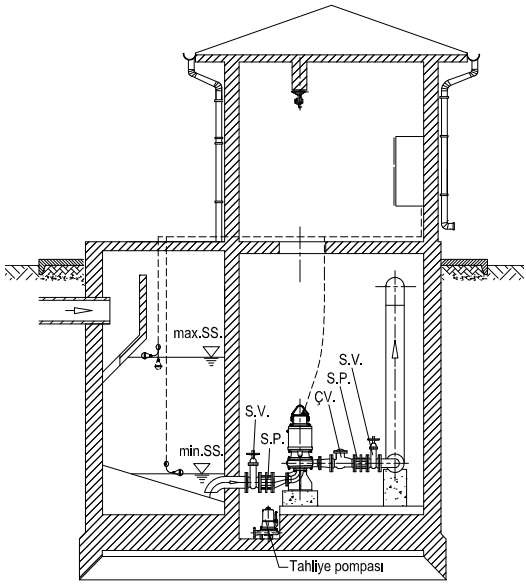
### 10.24.20 Pompa Tip İstasyonları

Çeşitli pompa istasyonlarının tip montaj projeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Şekillerde kullanılan kısaltmalar
S.V: Sürgülü Vana,
ÇV: Çekvalf,
S.P: Montaj ve Demontaj parçası, genleşme parçası
biçimindedir.




Şekil 10.18.1 Yaş tip Dalgıç (Dac,Das) pompa istasyonu




Şekil 10.18.2. Kuru tip, Soğutma ceketli dalgıç (Dac-SC) pompa istasyonu

# BÖLÜM 11

## POMPA KABUL DENEYLERİ

Pompa performanslarını belirlemek ve üretici firmaların vermiş oldukları garantileri sınamak için, kullanılan deney ve ölçme yöntemlerini açıklayan bir dizi standart vardır. Bunlar DIN, ISO ve TS standartlarıdır. Sipariş veren ve imalatçı bu standartların biri üzerinde anlaşarak, imalatçı tarafından garanti edilen çalışma noktasının, üzerinde anlaşılan standardın ortaya koyduğu belirli toleranslar dahilinde gerçekleşip gerçekleşmediğini sınarlar. Aşağıda bu standartlardan bazıları temel noktaları ile açıklanmıştır.

### 11.1 ISO Standardları

Radyal, karışık akımlı ve eksenel pompalar için uygulanan kabul deneylerini ele alan

ISO 2548-Centrifugal, mixed flow and axial pums-Code for acceptance tests-Class C – (Radyal (Santrifüj), karışık akımlı ve eksenel pompalar – Kabul deneyi esasları – C sınıfı-)

ISO 3555-Centrifugal, mixed flow and axial pums-Code for acceptance tests-Class B – (Radyal (Santrifüj), karışık akımlı ve eksenel pompalar – Kabul deneyi esasları – B sınıfı-)

isimli iki Standard daha sonra görülen lüzum üzerine 1996 yılında

ISO 9906- Rotodynamic pumps-Code for hydraulic performance test for acceptance-Grades 1 and 2 (Rotodinamik pompalar-Hidrolik performans kabul deneyleri –Sınıf 1 ve 2)

isimli tekbir standarda indirgenmiştir. ISO 2548, ISO 9906 Sınıf 2'ye, ISO 3555, ISO 9906 Sınıf 1'e karşılık gelmektedir. Sınıf 1, Sınıf 2'ye göre daha yüksek hassasiyete sahiptir. ISO 9906'ya yeni tolerans faktörleri dahil edilmiş olup, ISO 2548 ve ISO 3555'e göre garanti noktasını sağlayan pompalar ISO 9906'ya göre de garanti noktasını sağlamaktadırlar.

Burada ISO 9906 standardı önemli noktaları ile ele alınacaktır.

#### 11.1.1 ISO 9906 Standardı

Söz konusu standardda, öncelikle terimler açıklanmakta ve tanımlar yapılmaktadır. Daha sonra Garanti konuları ele alınmaktadır. Deneylerin yapılışı, deney sonuçlarının analizi, debi ölçümleri, pompa manometrik basma yüksekliğinin ölçümü, devir sayısının ölçümü, pompa giriş gücünün ölçümü ve kavitasyon deneyleri ile ilgili olarak bilgiler verilmektedir. Burada garanti konuları, garanti şartları ve sonuçların garanti şartlarını sağlayıp sağlamadığının nasıl değerlendirildiği konuları açıklanacaktır.

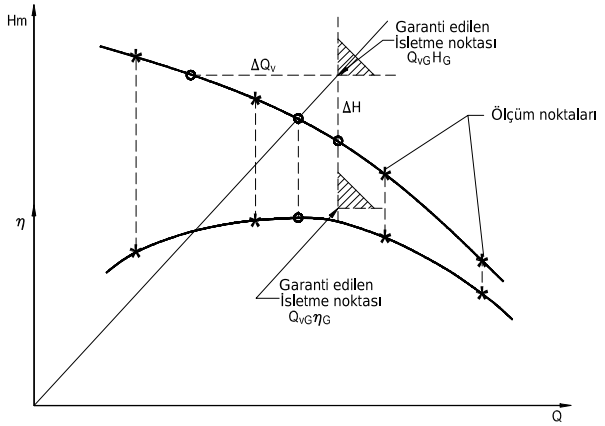
**Garanti konuları**

Bir garanti noktası, garanti debi $Q_G$ ve bu debiye karşılık gelen $H_G$ garanti basma yüksekliği ile tanımlanır. İmalatçı tanımlanmış koşullar altında ve tanımlanmış devir sayısında (ya da bazı durumlarda frekans ve gerilim değerinde) ölçülen H(Q) performans eğrisinin, garanti noktasının etrafında Tablo 11.1'e göre tanımlanmış tolerans bölgesinden geçmesini garanti etmelidir.

| **Sınıf** | **1** | | | **2** | | **3** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Debi | %10 | | | %16 | | %18 | Garanti Gereği |
| Basma Yüksekliği | %6 | | | %10 | | %14 | |
| **Kabul Sınıfı Toleransı** | **1U** | **1E** | **1B** | **2B** | **2U** | **3B** | |
| Debi | +%10 | ±%5 | | ±%8 | +%16 | ±%9 | Zorunlu |
| Basma Yüksekliği | +%6 | ±%3 | | ±%5 | +%10 | ±%7 | |
| Güç | +%10 | +%4 | | +%8 | +%16 | +%9 | İsteğe Bağlı |
| Verim | ≥%10 | | -%3 | -%5 | | -%7 | |
| Not | Kabul sınıfı toleransı bölümündeki değerler büyüklüklerin toleranslarını gösterir | | | | | | |

Tablo 11.1 Tolerans faktörlerine ait değerler ( TS EN 9906:2012-07 )

Seri halde üretilen pompaların, kataloglarda basılmış tipik performans eğrilerinden seçilen pompaların giriş gücü 10 kW'dan daha az olan pompaların performansları değişebilir. Bu pompalar için tolerans faktörü söz konusu standard da tanımlanmaktadır.




*Şekil 11.1 Debi, yükseklik ve verim için garantinin kontrolü*

Farklı tolerans aralıkları da karşılıklı anlaşma ile tanımlanabilir. Buna ek olarak aşağıdaki büyüklüklerde, tanımlanmış koşul ve devir sayısında garanti edilebilir:

Şekil 11.1'de tanımlanan debi değerinde,

1. Pompa verimi $\eta_G$ veya pompa tahrik ünitesi ile birlikte genel verim $\eta_{grG}$
2. Garanti edilen debide gerekli emmedeki net pozitif yük (ENPY)

Ayrıca özel anlaşmalarla birden fazla garanti noktası, ve bu noktalardaki verim, gerekli ENPY değerleri de garanti edilebilir. Fakat bu husus, karşılıklı anlaşma üzerine daha büyük tolerans aralıklarının kabul edilmesini gerektirebilir.

Garanti edilen debi ya da bir çalışma aralığı için en yüksek mil gücü değeri garanti edilebilir.

Anlaşmada başka şekilde belirtilmemişse, garanti değerleri aşağıdaki koşullar için geçerlidir:

a) Sıvının fiziksel veya kimyasal özellikleri belirtilmemişse, garanti edilen çalışma noktaları, pompanın temiz soğuk su ile çalışması durumunda geçerlidir.
b) Temiz su ile çalışma durumu ile farklı koşullarda sıvının kullanılması halindeki performanslara ait garanti edilen değerler arasındaki ilişki yapılan anlaşmada belirtilmelidir.

c) Garantiler sadece, bu uluslararası standartta belirtilen yöntem ve deney düzenekleri ile test edilen pompalar için geçerlidir.
d) Pompa üreticisi garanti noktasının tespitinden sorumlu değildir.

**Deneylerdeki müsaade edilebilir ölçüm belirsizlikleri**

Ölçüm cihazından, ölçme yönteminde kaynaklanan sistematik belirsizlikler ile rasgele belirsizliklerin toplamı olan belirsizlik değerleri Tablo 11.2'de verilmiş olup deneylerde bu değerlerin sağlanması gereklidir.

| Büyüklük | Sınıf 1 | Sınıf 2 |
|---|---|---|
| Debi | ±2,0 | ±3,5 |
| Devir Sayısı | ±0,5 | ±0,2 |
| Döndürme Momenti | ±1,4 | ±3,0 |
| Pompa Manometrik basma yüksekliği | ±1,5 | ±5,5 |
| Tahrik giriş gücü | ±1,5 | ±5,5 |
| Pompa mil gücü (döndürme momenti ve devir sayısından hesaplanan | ±1,5 | ±5,5 |
| Pompa giriş gücü (tahrik gücü ve motor veriminden hesaplanan | ±2,0 | ±4,0 |

**Tablo 11.2**. Müsaade edilebilir ölçüm belirsizlik değerleri

$ENPY_{pompa}$ için tolerans faktörü (TS EN ISO 9906'ya göre) aşağıda tanımlanmıştır.

Ölçülen ve garanti edilen ENPYp arasında en büyük müsaade edilebilir fark;

| |
|---|
| Sınıf 1 için : $t_{ENPYp}$ = +%3 veya = +0.15 metre |
| Sınıf 2 için : $t_{ENPYp}$ = +%6 veya = +0.30 metre |

değerinden hangisi daha büyük ise o kadardır.

**Deney sırasında devir sayısı**

Aksine bir anlaşma olmadıkça deneyler, akış debisi, pompa toplam yükü ve giriş gücünü tesis etmek için, belirtilen devir sayısının %50'si ila %120'sini kapsayan aralıkta bir deney devir sayısında gerçekleştirilmelidir. Bununla birlikte, belirlenen devir sayısından %20'den daha büyük bir sapmanın verimi etkileyebileceğine dikkat edilmelidir.

ENPY deneyleri için, deney devir sayısı en yüksek verime karşılık gelen debinin %50'si ila %120'sini kapsayan aralıkta kalmasını sağlayacak şekilde, belirtilen devir sayısının %80'i ila %20'sini kapsayan bir aralıkta kalmalıdır.

**Deney sonuçlarının belirtilen devir sayısına ve yoğunluğa dayanan verilere dönüştürülmesi**

Belirtilen devir sayısından ($n_{sp}$) farklı bir devir sayısında (n) elde edilen bütün verilerin belirtilen devir sayısına ($n_{sp}$) dayanan verilere dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürme işleminin yapılabilmesi için n ile $n_{sp}$ arasındaki farkın ve deney sıvısı ile beyan edilen sıvının özellikleri arasındaki farkın aşağıdaki koşulları sağlaması gerekir:

a)Debi, manometrik basma yüksekliği ve pompa mil gücü ölçümünde: $0,5\ n_{sp} \leq n \leq 1,20 n_{sp}$
b)Verim ölçümünde: $0,8\ n_{sp} \leq n \leq 1,20 n_{sp}$
c)$ENPY_G$ ölçümünde: $0,8\ n_{sp} \leq n \leq 1,20 n_{sp}$ ve $0,5\ Q_{opt} \leq Q \leq 1,2\ Q_{opt}$

Bu koşullar sağlanıyorsa, aşağıdaki bağıntılar yardımıyla gerekli indirgeme işlemi yapılır:

$$Q_T = Q\frac{n_{sp}}{n} \qquad H_T = H\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^2 \qquad P_T = P\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^3 \frac{\rho_{sp}}{\rho} \qquad \eta = \eta_T$$

$$ENPY_T = ENPY\frac{n_{sp}}{n}$$

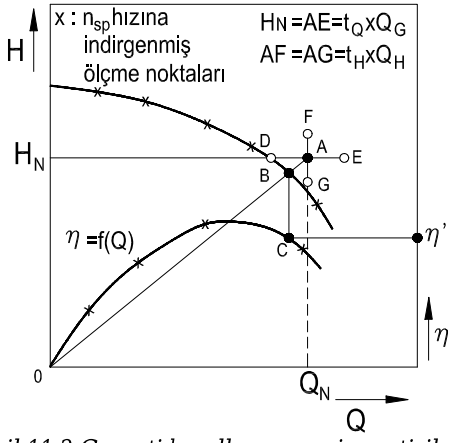
Bu ifadelerdeki T indisli değerler $n_{sp}$ devir sayısına indirgenmiş değerlerdir.

**Garanti koşullarının yerine getirilmesi**

Tanımlanan herhangi bir büyüklük için öngörülen garanti koşulunun yerine getirilmiş olduğu, bu uluslararası standarda göre test edilerek, ölçülen değerin önceki alt bölümde tanımlanan tolerans sınırlarının içerisinde bulunması halinde söz konusudur. H-Q eğrisi üzerinde bulunan diğer noktalar, bu noktalar ve toleransları sözleşme de belirtilmedikçe garanti kapsamında sayılmazlar.

Bu işlemi biraz daha detaylı açıklayalım. Öncelikle tüm ölçülen sonuçlar yukarıda açıklandığı gibi tanımlanmış dönme sayısına indirgenirler. Ölçekli bir grafik üzerinde basma yüksekliği, verim'in debi ile değişimleri işaretlenir. Her bir büyüklük için işaretlenen noktalardan birer eğri geçirilerek pompanın performans eğrileri elde edilir.

Garanti noktasının H ve Q değerleri referans alınarak, $\pm t_Q$, $\pm t_H$, Tablo 11.1'de tanımlanan debi ve basma yüksekliği tolerans değerleri olmak üzere, $\pm t_Q\ Q_G$ ve $\pm t_H\ H_G$ değerleri ile bir tolerans istavrozu çizilir (Şekil 11.2).



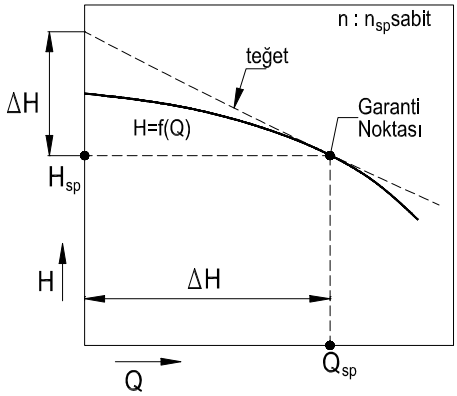

*Şekil 11.2 Garanti koşullarının yerine getirilmesi*

Pompanın H-Q performans eğrisi, bu istavrozun çizgilerini keserse ya da en azından köşelerinden birinden geçerse H-Q değişimine ait garanti koşulları sağlanmış olur.

Verim için, H-Q grafiğinde garanti noktasını orijine birleştiren doğrunun H-Q eğrisini kestiği noktadan düşey olarak çizilen doğrunun $\eta$-Q grafiğini kestiği nokta bulunur. Bulunan verim değeri, $\eta_G$ $(1-t_\eta)$ değerine eşit ya da daha büyük ise verim için garanti koşulu sağlanmış olur.

**11.2 DIN Standardı (DIN 1944)**

DIN 1944 de tanımlanan kabul deneyi yöntemleri ISO 9906'dan oldukça farklıdır. Uygulanacak toleranslar, pompanın $n_N$ anma devir sayısındaki beyan edilen H-Q karakteristiğinin garanti noktasındaki eğimine bağlı olarak saptanır. Pompa karakteristiğinin eğimi olarak, garanti noktasında ($Q_{sp}$, $H_{sp}$), H-Q eğrisine çizilen teğetin eğimi dikkate alınır (Şekil 11.3):




*Şekil 11.3 Garanti noktası*

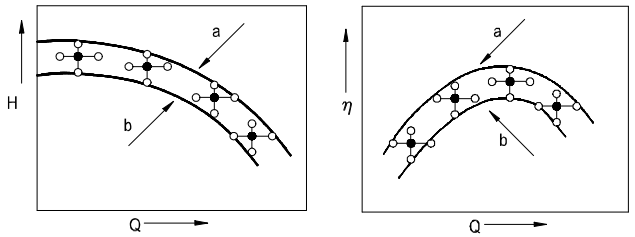
$$\text{Eğim}=\frac{Q_{sp}}{H_{sp}}\frac{\Delta H}{\Delta Q}$$

Kabul deneyi koşulları Tablo 11.3'de açıklanmıştır. Tablo 11.3'de verilen ölçme toleranslarını aşmamak için, ölçüm esnasında okunan değerlerin söz konusu noktadaki ortalama değerden sapma miktarlarının
a)n dönme hızı için: ortalama hızın ±%5'i
b)H basma yüksekliği için: ortalama basma yüksekliğin ±%1'i
c)P pompa mil gücü için: ortalama mil gücünün ±%1,5'ini
aşmamalıdır.

Garanti edilen $n_{sp}$ dönme sayısından farklı bir dönme sayısında yapılan deneysel sonuçların garanti edilen $n_{sp}$'ye indirgenebilmesi için aşağıdaki koşulların gerçekleşmesi gereklidir:
a)H-Q karakteristiği için n, $0.5n_{sp}$ ila $1.05\ n_{sp}$ arasında kalmalıdır.
b)$\eta$-Q karakteristiği için n, $0.9n_{sp}$ ila $1.05\ n_{sp}$ arasında kalmalıdır.
Bu durumda ölçülen değerler garanti edilen $n_{sp}$ hızına benzeşim kuralları yardımıyla indirgenir.

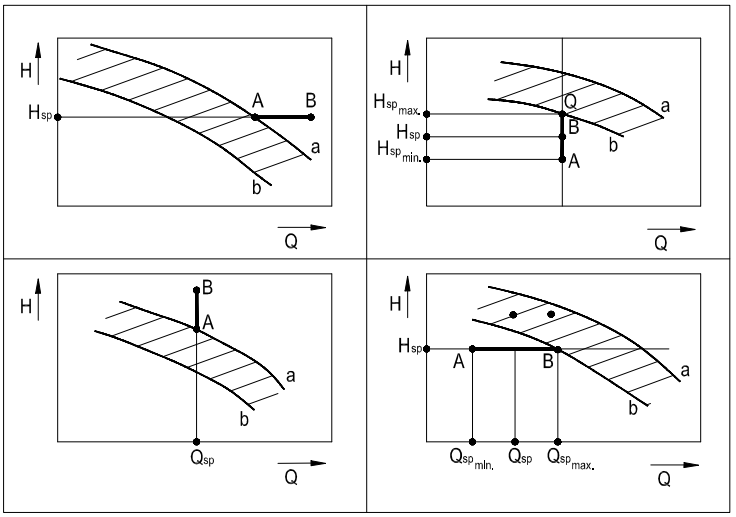
$$Q_T = Q\frac{n_{sp}}{n} \qquad H_T = H(\frac{n_{sp}}{n})^2 \qquad P_T = P(\frac{n_{sp}}{n})^3 \qquad \eta = \eta_T$$

Tablo 3'de verilen ölçme toleransları dikkate alınarak karakteristik eğrilerin alt ve üst sınırlarının belirlenmeleri Şekil 11.4'de gösterilmektedir.



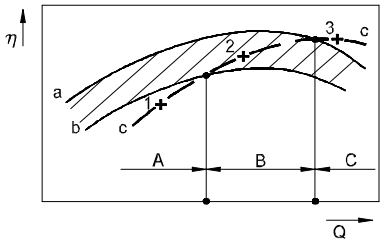

*Şekil 11.4 Tolerans bandı*

Garanti edilen $Q_{sp}$ ve $H_{sp}$ değerlerinin kontrolü için Tablo 3'de verilen tolerans değerleri H-Q grafiği üzerinde işaretlenerek hem Q, hem de H değerleri için tolerans doğruları oluşturulur. Toleranslı performans bandı oluşturulan tolerans doğrularından en az birine değmeli ya da kesmelidir (Şekil 11.5).




*Şekil 11.5 Garantinin gerçekleşmesi*

Verim garantisinin kontrolü için ölçülen toleranslı verim bölgesinin, garanti edilen verim eğrisinin üzerinde kaldığı –A bölgesi-, garanti edilen verim eğrisinin ölçülen toleranslı verim bölgesinin içine düştüğü ya da değdiği –B bölgesi- sürece garanti sağlanmış olur. Aksi halde –C bölgesi- verim garanti koşulları yerine getirilmemiş sayılır (Şekil 11.6).




*Şekil 11.6 Garantinin sağlanmaması*

## 11.3 TSE Standartları

Pompa kabul deneylerine yönelik olarak Türk Standartları Enstitüsünce 1999 yılında yayınlanan TS ISO 2548 ve TS ISO 3555 no.lu standartlar 2002 yılında yürürlüğe giren TS EN 9906 no.lu ve "Rotodinamik pompalar –hidrolik performans kabul deneyleri-Sınıf 1 ve Sınıf 2" isimli standart ile yürürlükten kaldırılmıştır.
TS EN 9906 no.lu standart, Alt bölüm 11.1'de açıklanan ISO 9906 no.lu Standart esas alınarak hazırlanmıştır. Dolayısıyla ISO 9906 ile büyük bir benzerlik gösterdiği için burada tekrar açıklanmayacaktır.

**Tablo 11.3. DIN 1944 Kabul deneyi standardı**

| | **Doğruluk Sınıfı** | | |
|---|---|---|---|
| | **III** | **II** | **I** |
| Dik karakterli H-Q karakteristiğine sahip pompalar için garanti koşulları $\frac{Q_N}{H_N}\left\|\frac{dH}{dQ}\right\| > 0.2$ | Pompanın $n_N$ anma dönme sayısında, $H_N$ anma basma yüksekliğinde ve ENPY'nin yeterli bir değerinde, kabul testlerinde ölçülen Q debi değeri, $Q_N$ garanti edilen debi değerinin **0.95 ila 1.15** katı arasında olmalıdır. | Pompanın $n_N$ anma dönme sayısında, anma ENPY değerinde ve $H_N$ anma basma yüksekliğinde, kabul testlerinde ölçülen Q debi değeri, $Q_N$ garanti edilen debi değerinin **0.95 ila 1.10** **0.95 ila 1.05** katı arasında olmalıdır. | |
| Yatık karakterli H-Q karakteristiğine sahip pompalar için garanti koşulları $\frac{Q_N}{H_N}\left\|\frac{dH}{dQ}\right\| \le 0.2$ | Pompanın $n_N$ anma dönme sayısında, $Q_N$ anma debisinde ve ENPY'nin yeterli bir değerinde, kabul testlerinde ölçülen H basma yüksekliği değeri, $H_N$ garanti edilen basma yüksekliği değerinin **0.99 ila 1.03** katı arasında olmalıdır. | Pompanın $n_N$ anma dönme sayısında, $Q_N$ anma debisinde ve ENPY'nin yeterli bir değerinde, kabul testlerinde ölçülen H basma yüksekliği değeri, $H_N$ garanti edilen basma yüksekliği değerinin **0.99 ila 1.02** **0.99 ila 1.01** katı arasında olmalıdır | |
| Garanti edilen çalışma noktası sayısı | 1 | 1 veya daha çok | |
| Verim Garantisi<br>Not:Garanti edilen verim olarak tanımlanmayan her verim değeri sadece ek bilgi olarak değerlendirilir. | Verim garantisi yoktur. Üzerinde anlaşılan H basma yüksekliği için, üzerinde anlaşılan pompa giriş mil gücü ya da tahrik motoru gücü aşılmamalıdır. | Pompanın $n_N$ anma dönme sayısında, ve anma ENPY değerinde, kabul testlerinde ölçülen verim değeri, $H_N$ garanti edilen verim değerine eşit ya da daha büyük olmalıdır.<br>Verim;<br>a)Tek bir garanti edilen çalışma noktası için<br>b)Garanti edilen debi aralığında<br>ağırlıklı ortalamalı,<br>aritmetik ortalamalı,<br>planimetrik ortalamalı olarak garanti edilebilir. | |
| Kabul Testleri Deney Yöntemi | Soğuk su ile test istasyonunda ya da tam ya da indirgenmiş dönme sayısında tanımlanmış sıvı ile ya da çalışma koşulları üzerinde pompanın çalışacağı tesisat üzerinde | | |
| Ölçümlerde izin verilen belirsizlikler: | | | |
| Debi $f_Q$ | ±%3.0 | ±%2.0 | ±%1.5 |
| Basma Yüksekliği $f_H$ (ya da özgül enerji $f_Y$) | ±%2.0 | ±%1.5 | ±%1.0 |
| Mil Gücü $f_P$ | ±%2.0 | ±%1.5 | ±%1.0 |
| Verim $f_\eta$ | Belirtilmiyor | ±%3.0 | ±%2.0 |

# BÖLÜM 12

## POMPALARDA VE POMPALAMA TESİSATLARINDA GÜRÜLTÜ EMİSYONU

### 12.1 Genel kavramlar

Pompalar ve pompalama tesisatlarındaki gürültünün temel nedeni akışın neden olduğu titreşimlerdir. Bu titreşimler akış ayrılmasının oluştuğu her yerde meydana gelirler. Pompa çarklarının çıkışındaki akış yapısına bakıldığında iki kanat arasındaki her bölgede yüksek enerji ve düşük enerji akışkan bölgeleri mevcuttur. Bu bölgeler çark çıkışında periyodik basınç çalkantılarına ve dolayısıyla gürültüye yol açar. Ayrıca tasarım dışı çalışma koşullarında ya da salyangoz dilinin doğru biçimde tasarlanmaması halinde, dil civarında oluşan akış ayrılmaları da gürültünün diğer bir kaynağıdır. Bu bölümde pompayı tahrik eden motor kaynaklı gürültüler ele alınmamakta olup, mekanik açıdan pompanın çok iyi durumda- mekanik gürültüsüz- olduğu kabul edilmektedir. Diğer bir değişle sadece akış kaynaklı gürültü bu bölümün konusudur.

Gürültü ve ölçümü ile ilgili tanım ve kavramların bir özeti aşağıda verilmektedir:

**Ses** havadaki basınç çalkantıları olarak tanımlanmaktadır. İnsan kulağı 16 Hz ile 16 000 Hz arasındaki frekans değerlerine sahip sesleri işitebilmektedir.

Sesi oluşturan basınç çalkantıları değişik biçimlere sahip olabilir:

**Ton:** Tek bir frekansa sahip sinüsoidal biçimli basınç değişimidir.
**Peryodik ses:** Temel ton ve harmoniklerinin bir karışımıdır.
**Gürültü:** Tüm işitilebilir sesler olarak tanımlanabilir ve içinde farklı frekanslarda tonlar barındırır.

**Ses basıncı p**, ses kaynağının neden olduğu basınç değişiminin atmosfer basınç değerinden olan farkıdır. Kulakların işittiği sesin şiddeti –intensity- sesin frekansına bağlıdır. Düşük frekanslı seslerin yüksek frekanslı sesler (1000 Hz ve daha yukarısı) ile aynı şiddette duyulabilmesi için daha yüksek ses basınçlarına sahip olmaları gerekmektedir. İnsan kulağı ses basıncındaki değişimleri logaritmik olarak değişen biçimde hisseder. Başka bir değişle ses basıncının 1 mikrobardan 2 mikrobara artışı ile, 20 den 40 a veya 40 dan 80 mikrobar'a artışı yaklaşık olarak aynı şekilde hissedilir. Bu nedenle **ses basınç seviyesi** L,

$$L_p = 20 \log\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

olarak tanımlanır. Bu bağıntıda p, mikrobar cinsinden ses basıncı, $p_0=2.10^{-4}$ mikrobar değerinde referans ses basıncıdır. $L_p$, p ses basıncının ses basınç seviyesi olarak dB biriminde elde edilir.

Farklı ses basınç seviyeleri birbirleriyle toplandığında, toplam ses basınç seviyesini en yüksek şiddete sahip –loudest- olan belirler.

**Ses gücü ve Ses gücü seviyesi**, Ses kaynağından yayılan ses enerjisinin miktarına ses gücü bu gücün düzeyine ise ses gücü seviyesi denir ve $L_w=10\log_{10}\frac{P}{P_0}$ bağıntısı ile hesaplanır. Bu ifadedeki P, ses gücü (W), $P_0$ ise $10^{-12}$ W'lık referans ses gücüdür.

**Sesin şiddeti ve ses şiddet düzeyi,** W ses gücüne sahip bir ses kaynağından çıkan ses dalgalarının A alanından geçmesi halinde birim alandaki güç I=W/A ses şiddetini verir. Ses şiddetinin düzeyi ise $L_I=10\log_{10}\frac{I}{I_0}$ bağıntısı ile hesaplanır. Bu ifadedeki $I_0$ $10^{-12}$ W/$m^2$ olarak alınmaktadır.

**Ses düzeyi,** ses basıncı düzeyinin belli bir eğriye göre ağırlıklı olarak bulunmuş şeklidir. Her frekans bandındaki ses basıncı düzeyi belli bir ağırlıkta alınarak toplam ses basıncı düzeyi bulunur. Ağırlık eğrileri A, B, C, D harfleri ile adlandırılırlar. Bu eğriler kullanılarak yapılan ölçümlere ses düzeyi ölçümü adı verilmektedir. Ağırlıklama işlemini kendi içinde yapıp, ölçüm sonunda doğrudan ses düzeyini veren ölçüm cihazlarına ses düzeyi ölçer adı verilmektedir. Ses düzeyinin birimi, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA, dBB, dBC'dir.

## 12.2 Gürültünün ölçümü

DIN 45635, DIN 45633, ISO 3744, TS 2373, TS ISO 3740 no.lu standartlar gürültü ölçümünü tanımlamaktadır. TS 2782 nolu standart makinaların mekanik titreşimleri hakkındadır.

Gürültü ölçümlerindeki amaç, genellikle, gürültünün kaynağını bulmak veya belli bir noktadaki gürültü düzeyini saptamaktır. Gürültü ölçümleri kaynağın bulunduğu ortamda veya özel olarak hazırlanmış test odalarında yapılır.

Gürültü ölçümü ile ilgili olan DIN 45635 standardının yirmi dördüncü bölümünde pompalar ile ilgili hususlar ele alınmaktadır. Söz konusu bölümde santrifüj pompanın gürültü ölçümünde ölçüm hacminin özellikleri ve ölçüm noktaları tanımlanmaktadır.

En çok yapılan ölçüm ses düzeyinin saptanmasıdır. Ses düzeyi ölçerler kullanılarak yapılan ölçümlerin sonuçları ağırlık eğrileri kullanarak dBA, dBB, dBC veya dBD olarak ölçülebilir. Amaç gürültü düzeyinin saptanması, standartlar ile karşılaştırılması veya sağlığa zararlı olup olmadığının araştırılması ise basit ses düzeyi ölçerler ile ses düzeyinin ölçülmesi yeterlidir. Gürültünün makinanın hangi elemanından geldiğinin belirlenmesi için ise ses oluşturan harmoniklerin frekans dağılımlarının saptanması gereklidir. Bu amaçlar özel mikrofonlar kullanılır ve çıkışında elde edilen elektriksel sinyaller spektrum analizi ile değerlendirilirler. Söz konusu mikrofonların seçimi bir uzmanlık konusudur.

## 12.3 Gürültü kaynakları

Pompalardaki gürültü nedenleri akış kaynaklı ve mekanik kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılabilir. Akış kaynaklı gürültünün nedenleri

1. Sonlu kanat sayısı nedeniyle çark çıkışında oluşan jet ve ard iz akış bölgelerinin yol açtığı periyodik basınç çalkantıları
2. Pompanın kanatlı difüzöre sahip olması durumunda çark çıkışında oluşan periyodik basınç çalkantılarının difüzör kanatları ile etkileşimleri
3. Suyun katı çeperler ile sürtünmesi, sınır tabakadan kopan vorteksler
4. Kavitasyon

olarak gösterilebilir.

Mekanik kaynaklı gürültü ise yataklar ve salmastralar gibi döner çeperlerin birbirlerine teması sonucunda oluşan titreşimler nedeniyle meydana gelirler.

Benzer gürültü kaynakları pompayı tahrik eden elektrik motorlarında da mevcuttur. Örneğin elektrik motorunun soğutma fanı akış kaynaklı, yatakları ise mekanik kaynaklı gürültüye yol açarlar.

## 12.4 Pompaların gürültü seviyeleri

Literatürde farklı yapılardaki pompaların gürültü seviyelerini hesaplamak için aşağıdaki bağıntılar önerilmektedir. Bu bağıntılardaki ana parametre pompa mil gücüdür:

-Salyangozlu ya da kolektörlü pompalar için

$$L_{wA} = 71 + 13.5 \log \frac{P}{P_0} \qquad 4\,kW \le P \le 2000\,kW$$

-Kanatlı dönüş difüzörlü pompalar için

$$L_{wA} = 83.5 + 8.5 \log \frac{P}{P_0} \qquad 4\,kW \le P \le 20000\,kW$$

-Eksenel pompalar için

$$L_{wA} = 21.5 + 10 \log \frac{P}{P_0} + 57 \frac{Q}{Q_{opt}} \qquad 10\,kW \le P \le 1300\,kW \quad \text{ve} \quad 0.77 \le Q/Q_{opt} \le 20000\,kW$$

Bu bağıntılarda

$L_{wA}$ :dB olarak ses gücü seviyesi
P :kW olarak pompa mil gücü
$P_0$ :1 kW
$Q/Q_{opt}$ :Ölçüm noktasındaki debinin optimum debiye oranı

olarak alınmalıdır. Verilen bu bağıntıların gürültü seviyesin gerçekleşene göre bir miktar daha fazla belirlediği söylenmektedir.

Ayrıca yapılan istatistiksel araştırmalarda pompa mil gücünün, pompa tipine bağlı olarak $10^{-9}$ ila $10^{-6}$ katının gürültü enerjisine dönüştüğü görülmüştür. Bu değerler 30 dB civarında bir dağılım göstermektedir.

## 12.5 Gürültüyü azaltmak için göz önünde bulundurulması gereken hususlar

Pompanın yol açtığı gürültüyü azaltmanın pompanın çalışacağı tesisatta maksimum verim noktasında çalışacak biçimde doğru olarak seçimidir. Pompanın maksimum verim noktasından daha düşük debide ya da büyük debide çalıştırılması gürültü seviyesinin artmasına yol açacaktır. Diğer öncelikli hususlar ise

1. Pompanın kavitasyon bölgesinin dışında çalıştırılması
2. Emme ve basma borularında düşük akış hızlarının tercih edilmesi
3. Pompanın tesisata ve tahrik ünitesine mekaniksel olarak doğru montajı
4. Pompanın şasisi ile beton temeli arasına titreşim sönümleyici elemanlar konulması
5. Pompayı titreşim damperlerinin üzerine bağlanması
6. Tesisatta gürültü karakteristiği iyi olan birleştirme elemanları kullanılması
7. Tesisatta ani çap dönüşümlerinden olabildiğince kaçınılması
8. Büyük çaplı dirseklerin kullanılması
9. Pompa ile boru bağlantılarının esnek genişleme elemanları ile yapılması

Bu hususların gürültü seviyesini azaltmada yeterli olmaması durumunda oluşan gürültü, yansıtılarak ve gürültü yutucu elemanlar kullanılarak yok edilebilir. Bu çalışmalar için gürültünün karakterinin bilinmesine gerek vardır.

## 12.6 Çevresel ölçütler

Gürültü kontrol yönetmeliğinde izin verilen maksimum gürültü seviyesi değerleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

| Gürültü Kaynağı | Gürültü Seviyesi LpA(dB)A |
|---|---|
| Torna Tezgahı (Üniversal) | 95 |
| Beton pompası | 115 |
| Kompresör | 115 |
| Pompa (200 kW -1500 d/d) | 110 |
| Traktör | 120 |
| Elektrik kaynağı | 85 |
| Havalı çekiç | 90-105 |
| Oturma odası | 55-65 |
| Taşıtlar | 75-85 |
| Savaş uçağı | 110-140 |

Elektrik motorları gürültü seviyeleri hakkındaki bilgiler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

| GÜRÜLTÜ SEVİYESİ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MOTOR GÜCÜ Motor power KW | SES BASINCI SEVİYESİ (d B)* | | | |
| | Pompa | | Pompa ile Motor | |
| | 1450 d/d | 3000 d/d | 1450 d/d | 3000 d/d |
| 0.55 | 54 | 56 | 61 | 63 |
| 0.75 | 54 | 56 | 61 | 65 |
| 1.1 | 56 | 58 | 63 | 66 |
| 1.5 | 57 | 59 | 65 | 69 |
| 2.2 | 59 | 61 | 66 | 70 |
| 3 | 60 | 62 | 68 | 72 |
| 4 | 61 | 63 | 70 | 74 |
| 5.5 | 62 | 64 | 71 | 81 |
| 7.5 | 63 | 65 | 72 | 82 |
| 11 | 67 | 70 | 73 | 83 |
| 15 | 69 | 72 | 74 | 83 |
| 18.5 | 70 | 73 | 75 | 84 |
| 22 | 71 | 75 | 76 | 84 |
| 30 | 74 | 77 | 78 | 91 |
| 37 | 75 | 78 | 79 | 92 |
| 45 | 76 | 79 | 80 | 93 |
| 55 | 77 | 80 | 81 | 93 |
| 75 | 78 | 81 | 82 | 94 |
| 90 | 79 | 82 | 83 | 94 |
| 110 | 80 | 83 | 85 | 95 |
| 132 | 81 | 84 | 86 | 95 |
| 160 | 82 | - | 87 | 96 |
| 200 | 83 | - | 88 | - |
| 250 | 85 | - | 89 | - |

*

Ses koruma perdesi olmadan sesi yansıtan yüzeyin üzerindeki serbest sahada ve pompadan 1 m.uzaklıkta ölçülen yaklaşık değerler .( ISO 3744)

### 12.6.1 Yatay Eksenli Pompalar Titreşim Değeri (TS EN ISO 9905)

İmalatçının/satıcının deney standında ölçülen filtre edilmemiş titreşim değerleri Çizelge'1 de verilen azami titreşim değerlerini geçmemelidir. Bu değerler, radyal yönde yatak gövdesinde, anma hızında (± %5) ve debisinde (± %5) kavitasyonsuz çalışmada bir tek noktada ölçülür. Bu değerler normal olarak balansın ISO 1940-1 in G 6.3 derecesine uygun olarak yapılması ile sağlanır. Daha fazla bilgi için ISO 5343 ve ISO 8821'e bakınız.

Tek kanallı ve iki kanatlı çark gibi özel bir çarka sahip pompalar, aşağıdaki tabloda verilen limitleri aşabilirler.

| Pompa Devir sayısı, n, d/dak | Pompa mil ekseni yüksekliğine ($h_1$) göre maximum kabul edilebilir titreşim hızı değeri (mm/s) | |
|---|---|---|
| | $h_1 \leq 225mm$ | $h_1 > 225mm$ |
| $n \leq 1800$ | 2.8 mm/s | 4.5 mm/s |
| $1800 < n \leq 4500$ | 4.5 mm/s | 7.1 mm/s |
| $h_1$ : Ayaklar üzerine monte edilmiş yatay eksenli pompalar için, pompa ayaklarıyla temasta olan taban plakası yüzeyi ile pompa mili ekseni arasındaki mesafedir. | | |

Çok Kanatlı Çarka Sahip Yatay Milli Pompalar için Maksimum Titreşim Değerleri (ISO 2372 ye göre)

### 12.6.2 Düşey Milli Pompalarda Titreşim Değeri

Titreşim ölçümleri, rijit kavrama ile monte edilmiş düşey pompalarda tahrik ünitesinin en üst flanşından, elastik kavrama ile monte edilmiş düşey pompalarda ise pompanın en üst yatağının yanından alınmalıdır.

Hem rulman yataklı hem de kaymalı yataklı pompalar için titreşim limitleri, imalatçı deney standında anma devir sayısı (± %5), debisinde (± %5), ve kavitasyonsuz çalışmada **7.1 mm/s** hızı geçmemelidir.

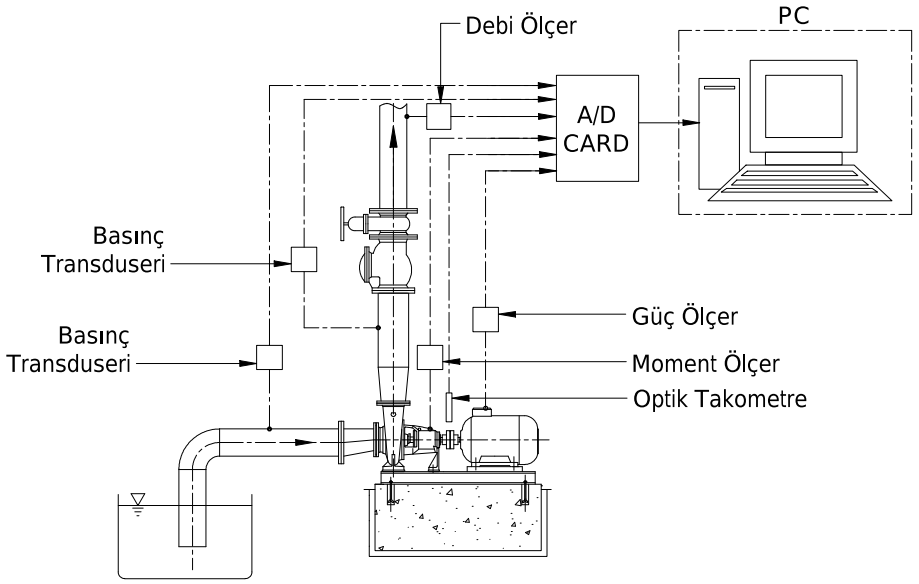
# BÖLÜM 13

## POMPA İŞLETME KARAKTERİSTİKLERİNİN MONİTORE EDİLMESİ VE KESTİRİCİ – ÖNLEYİCİ - BAKIM

Pompanın çalışma koşullarının sürekli olarak izlenmesi ve kaydedilmesi bazı işletme koşulları için gerekebilir. Bu izleme sistemin performasını değerlendirmek amacı için yapılabildiği gibi oluşabilecek arızaları önceden kestirme amaçlı da olabilir.

Bu tip sistemler genellikle bir CPU'nun (İşlemci) yer aldığı PC ya da PLC olarak adlandırılan bir merkezi birime sahiptirler. Bu merkezi birimin içinde ölçüm sensörlerinden gelen elektriksel sinyali sayısal bilgiye dönüştüren bir veri toplama kartı yer almaktadır. Sayısal bilgilere dönüştürülen bu bilgiler, merkezi birimde yüklenen özel yazılımlar ile istenilen biçimde değerlendirilerek monitöre edilmektedir. Bu tip bir sistemin ana elemanları Şekil 13.1'de gösterilmektedir.

Pompanın emme ve basma borularındaki basınçlar basınç transduserları ile elektriksel sinyale (volt veya miliamper) dönüştürülmekte ve A/D kart ile sayısal değerlere dönüştürülüp bilgisayara iletilmektedir. Ayrıca sistemde yer alan debiölçer, momentölçer, optik takometre ve elektriksel güç ölçerin anolog çıktıları A/D kart ile sayısal değerlere dönüştürülüp bilgisayara aktarılmaktadır. Bilgisayar üzerinde çalışan bir program bu değerleri kalibrasyon eğrileri yardımı ile istenilen birimlerine dönüştürüp ekranda görüntülemektedir. Bu tip bir sistemde pompanın tüm karakteristik değerleri anlık olarak görüntülenebilmektedir.




*Şekil 13.1 Pompa işletim koşullarının monitöre edildiği bir sistem*

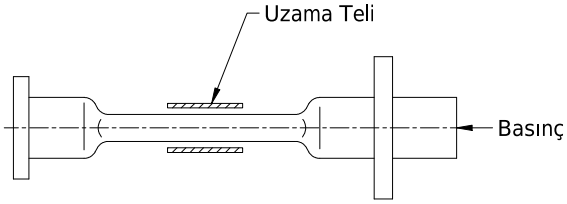
## 13.1 Basınç ölçümleri

Pompalarda basınç ölçümleri pompanın manometrik basma yüksekliğini, $ENPY_G$ ve kullanılan debi ölçerin cinsine bağlı olarak debiyi belirleme amacıyla yapılmaktadır. Basınç ölçüm cihazları sıvı sütunlu, mekanik ve elektriksel çıkışlı olmak üzere sınıflandırılabilir. Bunlardan sıvı sütunlu manometreler ve mekanik –bourdon tüplü manometre- olanlar analog cihazlar olup elektriksel çıktı üretmezler. Bu nedenle bu tip analog cihazların bu bölümde ele alınacak olan ölçme sistemlerinde kullanılması uygun değildir. Ancak pratik olmaları nedeniyle bu tip analog cihazların endüstride kullanımı oldukça yaygındır.

Literatürde basınç transduserı ya da transmitterı olarak adlandırılan ve gerilim(volt) ya da akım şiddeti (mili amper) cinsinden elektriksel çıktı üreten basınç ölçerler ise çalışma ilkelerine göre aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir.

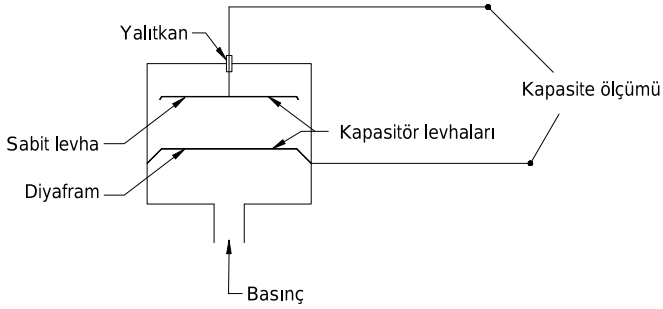
-Uzama Telli (Strain-Gage) basınç ölçerler
-Kapasitif tip basınç ölçerler
-Piyezoelektrik tip basınç ölçerler

Uzama Telli (Strain-Gage) Basınç ölçerler, basıncın etkidiği elastik bir yüzeyin üzerine yapıştırılmış uzama tellerinin, uzamaları sonucunda oluşan direnç değişiminin ölçümü prensibine göre çalışırlar.




*Şekil 13.2 Uzama telli basınç ölçer*

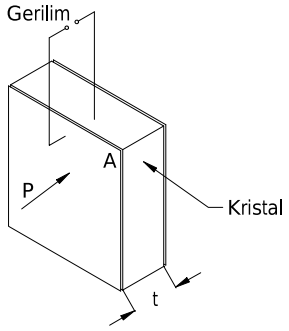
Kapasitif tip basınç ölçerler, genellikle basıncın üzerine etkidiği ve kapasitörün bir levhasını oluşturan metal bir diyaframın, şekil değiştirmesi sonucunda, sabit levha şeklinde olan kapasitörün diğer levhası ile arasındaki uzaklık değişimi sonucunda oluşan kapasite ölçümü prensibine göre çalışırlar.




*Şekil 13.3 Kapasitif tip basınç ölçer*

Piyezoelektrik tip basınç ölçerlerde kuvarz, baryum titan gibi kristaller kullanılırlar. Bu kristaller üzerlerine basınç etkidiğinde elektriksel gerilim oluştururlar. Piyezelektrik tipi basınç ölçerler oluşan bu gerilim değerinin ölçümü prensibine göre çalışırlar. Bu tip basınç

ölçerler basıncın gerçek değerini ölçemezler.Yalnızca basınçta meydana gelen değişimleri ölçebilirler.




*Şekil 13.4 Piyezoelektrik tip basınç ölçer*

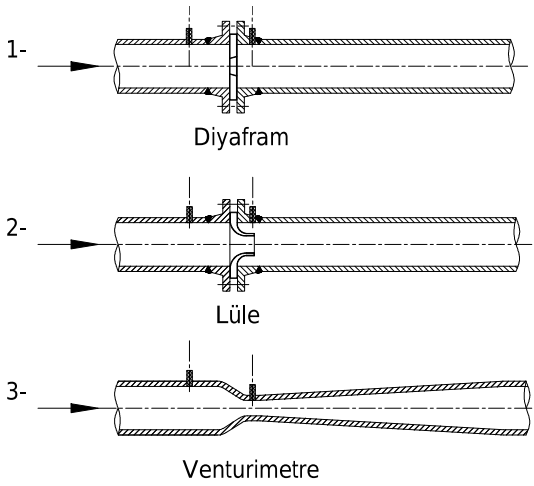
Bu tip basınç ölçerlerin belli aralıklarla kalibre edilme gerekliliği unutulmaması gereken önemli bir husustur.

## 13.2 Debi ölçümleri

Pompa içinden geçen akışkanın kütlesel ya da hacimsel debisi çok farklı yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Bu yöntemler aşağıda açıklanmaktadır:

### 13.2.1 Diyafram(orifis), lüle ve venturi ile debi ölçümleri

Diyafram (orifis), lüle ve venturi ile debi ölçümleri ISO-5167 nolu standartta detaylı olarak tanımlanmaktadır. Aşağıda bu ölçümlerde kullanılan diyafram, lüle ve venturinin ölçme sisteminde nasıl yerleştirildikleri ve hangi noktalardan basınç ölçümlerinin yapılması gerektiği şematik olarak gösterilmektedir. Ölçülen basınç değerleri, söz konusu standartta tanımlanan bağıntı ve düzeltme faktörleri kullanılarak debiyi hesaplamak için kullanılırlar.

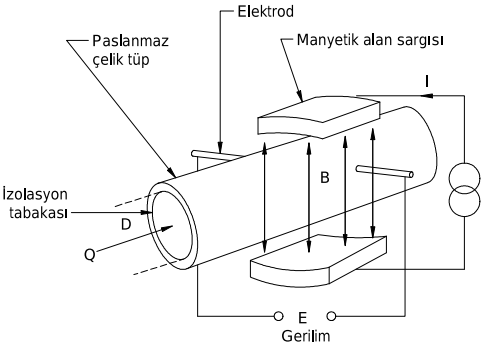



*Şekil 13.5 Diyafram, lüle ve venturi ile debi ölçme*

### 13.2.2 Manyetik debimetreler

ISO standardı olan ve en yaygın olarak kullanılan debimetrelerdir. Üniform manyetik alan içersindeki akışkanın elektrotlar arasında oluşturduğu gerilim farkı akışkanın hızı ile doğru orantılıdır. Orantı katsayısı, manyetik alan şiddetine, elektrotlar arasındaki mesafeye ve akışkanın cinsine bağlı iletkenlik etkisini içeren kalibrasyon sabitinin fonksiyonudur.

Manyetik debimetreler %0,1 ve daha iyi anma belirsizliğine erişebilir ve kalibrasyon debimetresi olarak kullanılabilirler. Kirli, çok fazlı, kimyasal, gıda maddesi ve sıvı metal gibi her tür iletken akışkana uygundurlar. Çok düşük akış hızlarında da hassas ölçümler yapabilmektedirler. Debisi ölçülecek akışkanın iletken olması gerekliliği vardır ve kullanılabilir minimum iletkenlik 1 μS/cm değerinde olup petrol ve türevleri ile birçok bitkisel yağ ve kimyasal maddenin debisini ölçmek için kullanılamazlar.

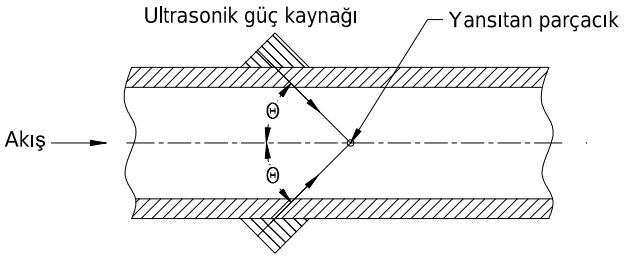



*Şekil 13.6 Manyetik debimetre*

### 13.2.3 Ultrasonik debimetreler

Ultrasonik debimetreler, manyetik tip debimetrelerden sonra en yaygın olarak kullanılan debimetre tipidir. Portatif olmaları avantajı fakat karmaşık elektronik yapıları nedeniyle pahalı olmaları dezavantajıdır. Doppler prensibini kullanarak debi ölçerler. Ultrasonik güç kaynağı ile oluşturulan ses dalgalarının frekanslarında, hareketli ortamdan geçerken bir değişim meydana gelir. Ses dalgalarının frekanslarındaki değişim akış hızı ile orantılıdır.

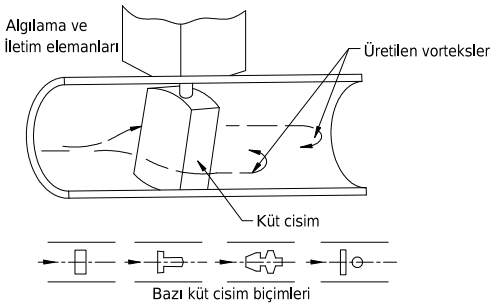
Ultrasonik debimetreler ile sıvı veya gaz her türlü akışkanın debisinin ölçümünde %0,5 anma belirsizliğine ulaşılabilir. Çok fazlı akışlara çok uygundur. Fiyatları çok yüksektir ve karmaşık yapıları nedeniyle kolayca arızalanabilirler.




*Şekil 13.7 Ultrasonik debimetre*

### 13.2.4 Vorteksli debimetreler

Akış alanına yerleştirilmiş bir küt cismin ardında oluşan vortekslerin frekansı akış debisi ile orantılıdır. Vorteksli debimetrelerin belirsizlikleri manyetik ve ultrasonik debimetrelerinkinden daha büyük olmalarına karşın daha ucuz ve çok kısa boyludurlar.

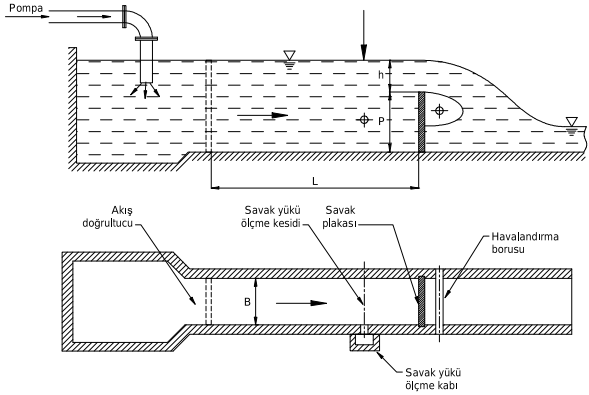



*Şekil 13.8 Vorteksli debimetre*

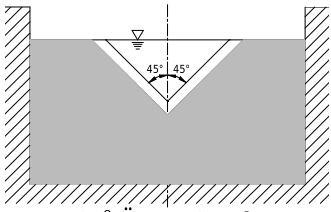
### 13.2.5 Açık kanallarda savak ile debi ölçümleri

Dikdörtgen kesitli açık kanallarda debi ölçmek için kullanılan yöntemlerden bir tanesi de savak kullanımıdır. Savak üzerinden aşan suyun yükselme miktarı ölçülerek kanaldan geçen debi hesaplanır. Savak ile debi ölçümünde dikkat edilecek hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:
-Savak plakası paslanmaz malzemeden yapılamalı, kanal tabanına ve yanal yüzeylerine dik olacak biçimde simetri ekseni kanal simetri ekseni ile çakışacak biçimde yerine monte edilmelidir. Savak plakası ile kanal yüzeyleri arasında sızdırmazlık sağlanmalıdır.
-Kanaldaki akış çalkantısız olmalıdır.
-Kanal taban eğimi 5/1000'den kaçak olmalı ve kanal boyunca sabit olmalıdır.
-Kanaldaki ortalama su hızı 0.5 m/sn'den küçük olmalıdır.
-Savak arkasındaki suyun kabarma yüksekliğini ölçme noktasının konumu

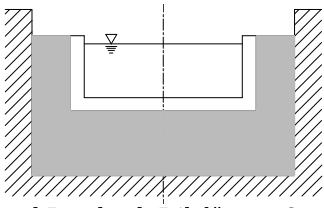
Savak ile debi ölçülmesinde savağın yerleşimi, kanala konulması gereken ilave düzenekler Şekil 13.9'da gösterilmektedir. Savak geometrisi, $90^0$ üçgen savak, yanal daralmalı dikdörtgen savak ve yanal daralmasız dikdörtgen savak şeklinde olabilir ve Şekil 13.10'da gösterilmektedir.



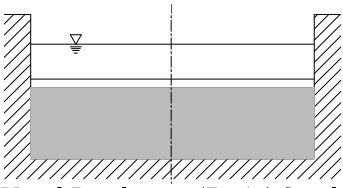

*Şekil 13.9 Savağın yer aldığı kanalın şematik yapısı*




90$^{o}$ Üçgen Savak



Yanal Daralmalı Dikdörtgen Savak



Yanal Daralmasız (Basin) Savak

*Şekil 13.10 Savak geometrileri*

## 13.3 Güç ölçümleri

Elektriksel ve mekanik olmak üzere iki yol ile yapılabilir:

**Elektriksel güç ölçümünde** en basit yöntem elektrik sayacı kullanmaktır. Belirli bir zaman aralığında sayaçta okunan güç (örneğin 5 kWh) okuma zamanına bölünerek pompa ve elektrik motorundan oluşan sistemin şebekeden çektiği güç elde edilir. Bu tip bir sistemin sürekli olarak monitöre edilmesinde bir takım güçlükler vardır. Elektriksel güç ölçümünün diğer bir şeklide motora gelen elektrik hattının gerilimini ve akım şiddetini ölçmektir. Bu değerler, akım ile gerilimin aynı fazda olmaması nedeniyle cos φ ile çarpılarak güç değeri elde edilir. Bulunan bu değerden elektrik motorunun verimi dikkate alınarak pompa mil gücü hesaplanabilir. Tüm bu değerleri ölçerek gösteren ve aynı zamanda veri toplama kartına ulaştırılacak biçimde elektriksel sinyale de dönüştüren güç analizörleri vardır.

**Gücün mekanik olarak belirlenmesinde** ise en yaygın olarak kullanılan yöntem, elektrik motoru ile pompa arasında yer alan mile seri olarak bir moment transduserının bağlanmasıdır. Moment transduserı ile ölçülen moment değeri, milin açısal hızı ile çarpılarak pompanın milindeki güç elde edilir. Transduser çıktısı ve açısal hız sinyali doğrudan veri toplama kartına aktarılabildiği için sürekli olarak ölçüm yapılabilir ve kaydedilebilir.

### 13.4 Devir sayısı ölçümleri

Devir sayısı ölçümleri optik ve mekanik olmak üzere iki biçimde yapılabilir. Optik yöntemde, mile yapıştırılan bir yansıtıcıdan optik takometrenin gönderdiği ışığın yansıma frekansı belirlenerek devir sayısına ulaşılır. Mekanik takometrelerde ise dönen mile takometrenin mili temas ettirilir. Mekanik takometrenin içinde yer alan generatörün ürettiği gerilim devir sayısı ile orantılıdır. Bazı moment transduserlerı çıktı olarak aynı zamanda devir sayısını da verebilmektedirler.

### 13.5 Sıcaklık ölçümleri

Sıcaklık ölçümü için termoelemanlar yaygın olarak kullanılırlar. Termoelemanların sıcaklık ile orantılı olarak oluşturdukları gerilim değeri kuvvetlendirilek bir indikatör aracılığı ile görüntülenir.

### 13.6 Titreşim ölçümleri

Titreşim ölçümleri ivmeölçer adı verilen titreşim sensörleri kullanılarak yapılırlar. Titreşim sensörlerinin çıktısı olan sinyal spektrum analizörü ile değerlendirilerek yorumlanır. Bu cihazlar çok farklı büyüklük ve fonksiyonlara sahiptirler. Spektrum analizörlerinin temel işlevi titreşim sensörlerinin gönderdiği sinyallerin FFT analizlerini yapmaktır. Titreşim ölçümlerinin temel amaçları, uyarıcı bakım amaçlı periyodik ölçümler ve arıza kaynağını bulma amaçlı ölçümler olarak sınıflandırılabilir. Pompaların normal çalışma koşullarında titreşim haritaları vardır. Uyarıcı bakım amaçlı periyodik ölçümlerde alınan değerler söz konusu titreşim haritaları ile karşılaştırılır. Bir fark olması durumunda arızanın kaynağını bulmaya yönelik ölçümler yapılır.

### 13.7 Kestirici Bakım

Pompaların değişik arıza kaynaklarının yer aldığı bölgelerinin titreşimlerinin, arızaların ortaya çıktıklarından itibaren, frekanslarına göre genliklerinin gelişimlerinin izlenerek doğru zamanda müdahale edilme yöntemi kestirici-önleyici- bakım olarak adlandırılır.

Titreşim ölçümleri pompanın incelenen kısmı üzerine yerleştirilmiş bir ivme ölçer sensörün bağlandığı spektrum analizörü ile yapılır. İvme ölçerden gelen elektriksel sinyal spektrum analizöründe işlenerek FFT si hesaplanır. Bu işlem sonucunda titreşimlerin frekans-genlik değişimleri elde edilir.

Her pompanın bir titreşim imzası vardır. Bu imza pek çok parametrenin fonksiyonudur. Bu imza pompa imal edildikten sonra pompanın yapısına bağlı olarak ölçülmeli ve saklanmalıdır. Daha sonra periyodik olarak yapılacak ölçümler pompanın titreşim imzası ile karşılaştırılarak kestirici bakım yapılabilir. Bu ölçümler yapılırken pompanın çalışma noktasının hep aynı olmasına dikkat edilmelidir aksi takdirde akışın yol açtığı gürültü farklı vana açıklıklarında değişik olacağı için farklı değerler elde edilecektir.

Bir pompada oluşabilecek ve titreşim ölçümleri ile belirlenebilecek arıza türleri, balans bozukluğu, kaplin ayarsızlığı, Şase gevşekliği/Ankraj zayıflığı, Rulman arızaları, Kavitasyon, Elektrik motoru arızaları biçiminde olabilir.

Yapılan ölçümler ile frekans spektrumu, zaman dalga grafiği, faz grafiği elde edilir.

# BÖLÜM 14

## SU DARBESİ

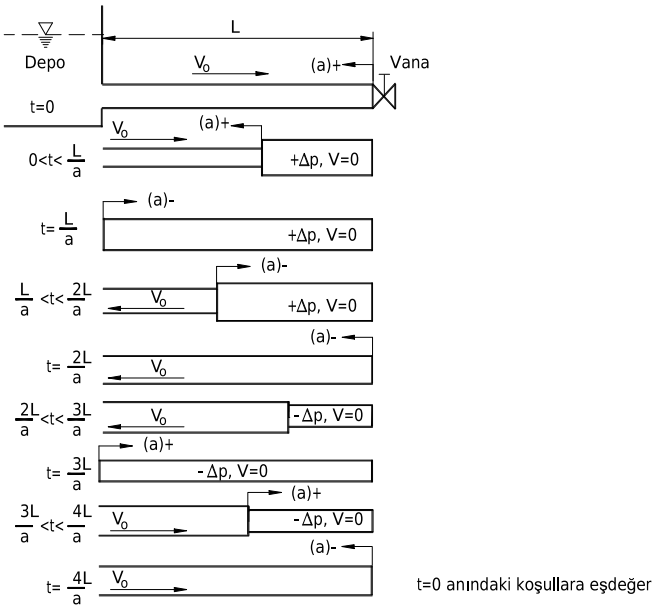
### 14.1 Genel

Basınçlı sıvı hatlarında, sıvı kütlesinin hızının –sıvı akış hızının- değişmesi sonucunda oluşan momentum değişiminin yol açtığı basınç artışı ya da azalışı su darbesi olarak adlandırılır. Örneğin su akış hızının 3 m/sn olduğu bir boru hattında, suyun akışının ani olarak durdurulması sonucunda oluşacak basınç artışı yaklaşık olarak 36 bar değerlerinde olacaktır. Normal koşullardaki işletme basıncının üzerine ilave olarak gelen bu değer borunun patlamasına neden olabilir. Sistemdeki kapalı bir vananın açılması ile suyun akış hızının durma değerinden belli bir değere çıkması halinde ise hatta basınç düşümü olacak ve gerekli önlemlerin alınmaması halinde boru hattında çökmeler oluşturabilecektir. Bu nedenle boru hatlarında su darbesi hesaplarının yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekliliği vardır.

### 14.2 Su darbesinin oluşumu ve gelişimi

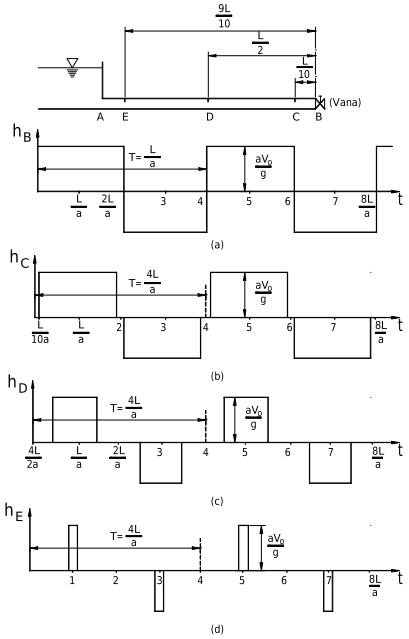
Su darbesinin oluşmasına boru hattında, bir vananın kısılması, kapatılması veya açılması; pompanın çalıştırılması, durdurulması veya dönme sayısının değişmesi, bir çekvalfin kapanması gibi olaylar neden olur.

Şekil 14.1'de vana, boru, hazneden oluşan bir sistem gösterilmektedir. Vananın ani olarak kapatılması durumunda sistemdeki $V_0$ su akış hızı, vana kesitinde sıfır değerine düşecek, dolayısıyla sistemde bir basınç dalgası oluşacak ve bu basınç dalgası boru içinde ses hızı (a) ile hazneye doğru ilerleyecektir. Basınç dalgası hazneye ulaştığında tüm boru hattı işletme değerinin üzerinde ($p+\Delta p$) bir basınca maruzdur. Bu anda boru içinde akış yoktur. Basınç dalgası –sıkıştıran dalga- hazneden genişleten dalga olarak yansıyacak yani boru içinde hazneye doğru akış meydana gelecek ve genişleten dalga kapalı vana kesitine ulaştığında tüm boru hattı p işletme basıncında olacaktır. Genişleten dalga vanadan genişleten dalga olarak yansıyacak ve boru içindeki basınç değerleri ($p-\Delta p$) olacaktır. ($p-\Delta p$) değerinin mutlak vakum değerinin altında olamayacağı hususu göz önünde bulundurulmalıdır. Genişleten dalga hazneye ulaştığında ters çevrilerek yani basınç dalgası olarak yansıyacak ve vana kesitine ulaştığında sistem vananın kapatıldığı andakine eşdeğer hale gelecek ve olaylar gene aynı biçimde tekrarlanacaktır. Gerçekte bu durum, sürtünmeler nedeniyle, darbe şiddeti ($\Delta p$) gittikçe azalan biçimde gelişecektir. Su darbesi olayının gelişimi incelendiğinde, L boru boyu olmak üzere –sürtünmelerin ihmal edilmesi halinde- $4L/a$ zaman dilimlerinde olayların birbirleriyle aynı olduğu dolayısıyla su darbesi olayının (T) periyodunun $4L/a$ olduğu görülür. Vananın tam olarak değilde kısmi olarak kapanması durumunda da benzer olaylar gerçekleşir.



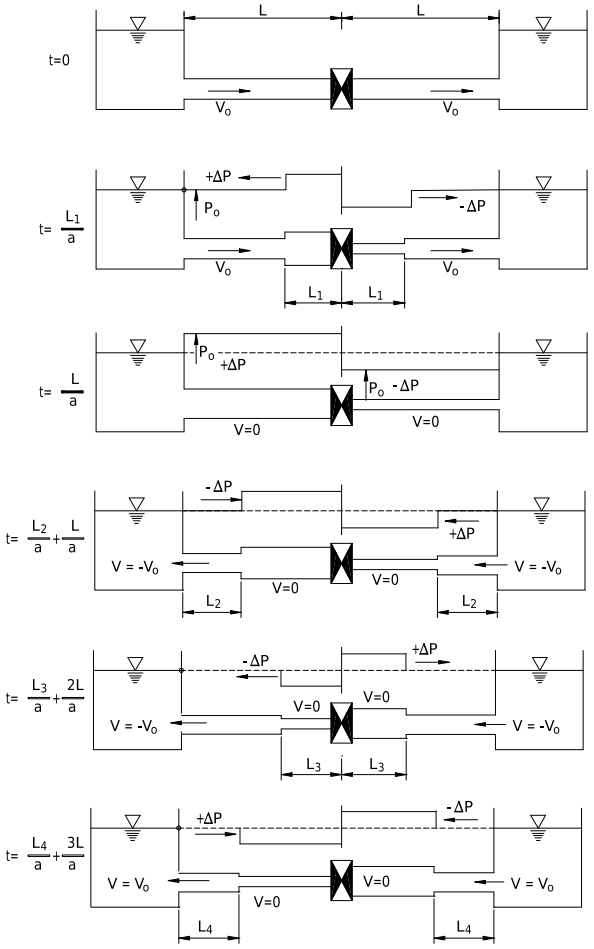

*Şekil 14.1 Hazne boru vana sisteminde su darbesinin zamanla değişimi*

Hazne boru vana sisteminin a, b, c ve d olarak gösterilen belli noktalarındaki su darbesinin zamanla değişimi Şekil 14.2'de verilmektedir.




*Şekil 14.2 Hazne boru vana sisteminde boru hattının bazı noktalarındaki su darbesinin gelişimi*

Vananın iki depo arasında olması durumunda ve ani biçimde tam olarak kapatılması durumunda sistemde oluşan su darbelerinin gelişimi Şekil 14.3'de verilmektedir.



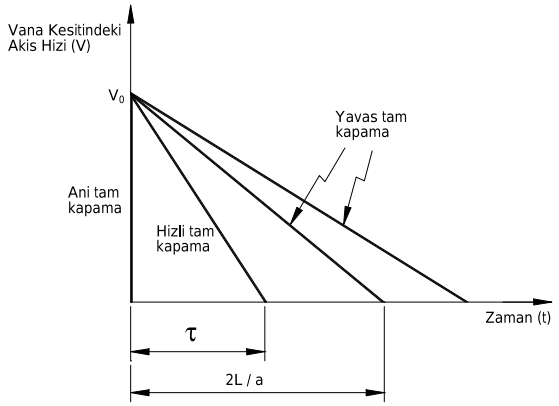

*Şekil 14.3 Vananın iki depo arasında olması halinde ve ani olarak tam kapatılması durumunda su darbesinin gelişimi*

**Vananın kapatılma miktarı ve zamanı**

Vananın kapatılma zamanına ($\tau$) göre kapama aşağıdaki şekilde isimlendirilir:

| | |
|---|---|
| $\tau = 0$ | ani kapama |
| $\tau \leq 2L/a$ | hızlı kapama |
| $\tau > 2L/a$ | yavaş kapama |

Vananın kapatılma miktarı tam veya kısmi kapama olmak üzere iki şekilde olabilir. Kısmi kapamada hız tam kapamadaki gibi sıfır değerine düşmeyip belli bir V değerine azalır.




*Şekil 14.4 Vananın kapatılma miktarı ve zamanı*

**Su darbesinin şiddetinin hesaplanması**

Hızlı ve ani kapama durumunda oluşan su darbesinin değeri aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanır:

$$\Delta p = \rho\, a\, \Delta V$$

Bu bağıntıda $\Delta p$ (Pa) basınç artışı, $\rho$ (kg/m$^3$) sıvının yoğunluğu, $\Delta V$ (m/sn) vana kesitindeki hızın azalma miktarıdır. Bu basınç artışının sıvı sütünü yüksekliği (m) cinsinden değeri

$$\Delta H = \frac{a\,\Delta V}{g}$$

olarak elde edilir. Kapamanın tam olması halinde $\Delta V = V_0$ olmaktadır.

Kapamanın yavaş olması halinde ise $\Delta V$ değeri, kapatma başlangıcındaki vana kesitindeki $V_0$ hızı ile 2L/a anındaki vana kesitindeki akış hızı arasındaki farktır. Kapama işleminin doğrusal olduğu varsayımı ile yavaş kapama halinde su darbesinin sıvı sütünü yüksekliği cinsinden değeri

$$\Delta H = \frac{2\,L\,\Delta V}{g\,\tau}$$ ifadesi ile hesaplanır.

**Ses hızı**

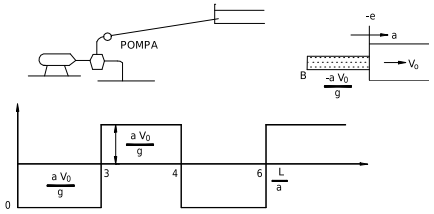
İçinde sıvı bulunan bir boru içindeki sesin hızı

$$a = \sqrt{\frac{1}{\rho(\frac{1}{K} + \frac{D}{Es})}}$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu ifadedeki a (m/sn) sesin yayılma hızı, $\rho$ (kg/m$^3$) sıvının yoğunluğu, K (Pa) sıvının hacimsel sıkışma modülü, D (m) boru iç çapı, s (m) borunun et kalınlığı, E (Pa) boru malzemesinin elastisite modülüdür. Ön hesaplarda çelik borular için ses hızı 1200 m/sn olarak alınabilir.

## 14.3 Çekvalfli pompa tesisatları

Şekil 14.5'de gösterilen pompa, çekvalf, boru hazne düzeninde elektrik kesildiğinde su boru içinde emme deposuna doğru akmak isteyecek fakat pompa çıkışındaki çekvalf kapanarak dönüşe izin vermeyecektir. Çekvalfin ani olarak kapandığını kabul edersek, hazneye doğru ilerleyen bir genleştiren dalga oluşur ve borudaki basınç $aV_0/g$ kadar azalır. Şekil 14.5'de söz konusu olayın B kesitinde oluşturduğu basınç değerlerinin zamanla değişimi verilmiştir.

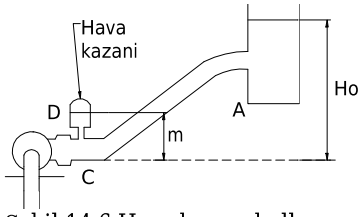



*Şekil 14.5 Çekvalfli pompa tesisatlarında su darbesi*

## 14.4 Su darbesinin kontrolü ve alınacak önlemler

Boru hatlarını su darbesinden korumak için alınabilecek önlemler arasında en ucuz olanı dönen parçaların ataletlerini arttırmaktır. Bunu sağlayabilmek için mil üzerine yeteri büyüklükte bir volan takılabilir. Böylece elektrik kesilmesi halinde pompanın durması geciktirilecek ve vananın yavaş kapatılmasına eşdeğer bir durum oluşturulabilecektir. Bunun sonucunda su darbesinin değeri az olacaktır.

Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan su darbesinden korunma yöntemi hava kazanı kullanmaktır. Şekil 14.6 de görüldüğü gibi pompa ve çekvalften sonra basma borusu üzerine bir hava kazanı yerleştirilir. Hava kazanın üst kısmında sıkıştırılmış hava mevcuttur. Elektrik kesilip çekvalf ani olarak kapandığında pompanın yerini hava kazanı alır ve sistemi beslemeye başlar. Besleme süresince hava kazanı içindeki havanın basıncı azalacaktır. Bu ise basma borusu içindeki suyun hızının yavaş bir biçimde düşmesine yol açacaktır. Boru içinde çekvalve doğru akış başladığında kazana giren su havayı tekrar sıkıştırır ve bu işlem sırasında suyun hızı yavaş bir biçimde azalır. Mevcut sürtünmeler nedeniyle bu olay şiddeti gittikçe azalan bir biçimde 4-5 periyot kadar devam eder ve daha sonra ortadan kalkar. Bu sürtünme kayıplarını arttırma amacı ile kazan çıkışına, kazana giriş yönünde akış kayıplarını arttıracak biçimde bir lüle konulur. Kayıpları arttırmanın ikinci bir yolu ise kazan çıkışına bir çekvalf ve küçük çaplı bir bypass borusu koymaktır. Kazana giriş yönünde çekvalf akışa izin vermeyecek ve akış büyük dirence sahip küçük çaplı borudan geçerek kazana girecektir. Bu ise büyük basınç kayıplarına yol açarak su darbesinin daha kısa sürede sönümlenmesini sağlayacaktır.




Şekil 14.6 Hava kazanı kullanımı

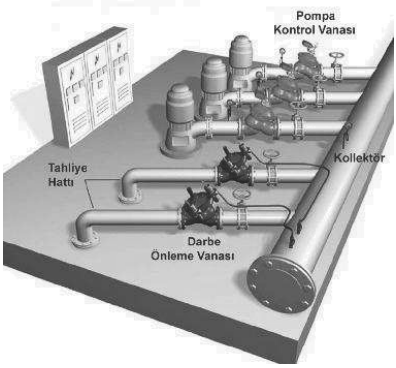
## 14.5 Darbe Önleme Vanası

Pompa basma boru hatlarını su darbesinden korumak için hava kazanı yerine son yıllarda Darbe Önleme Vanaları kullanılmaktadır.

**Uygulama şekli;**

Bu sistemde, pompa istasyonu şebekeye basma kollektörü yoluyla pompalama yapmaktadır. Böyle bir şebekede Darbe Önleme Vanası aşağıdaki zararların oluşmasını önler.

- Elektrik kesilmesi durumunda oluşan darbenin yaratacağı zararların önlenmesi,
- Çalışan pompaları değiştirirken oluşan darbenin yaratacağı zararların önlenmesi
- Pilot ayarına uygun, dengeli kapanma




Not:
Darbe analizi, tahliye hatında serbest akış olduğunu var sayar. Eğer hat basınçlı ise vana çap seçimi ve ayarlar bu konu gözönünde bulundurularak yapılmalıdır.

**Darbe Analiz Programı:** Çeşitli üretici firmalar ellerindeki programla su darbesi önleme teçhizatını seçmektedirler. Sistemde darbe oluşumu, birçok parametrenin etkisiyle olabilir: debi, pompalama sistemi, ana hattın karakteristiği vb. Gelişmiş matematiksel bilgisayar programlarının desteği ile istenilen analizi gerçekleştirerek darbe oluşumunun zararlarını önleyebilir.

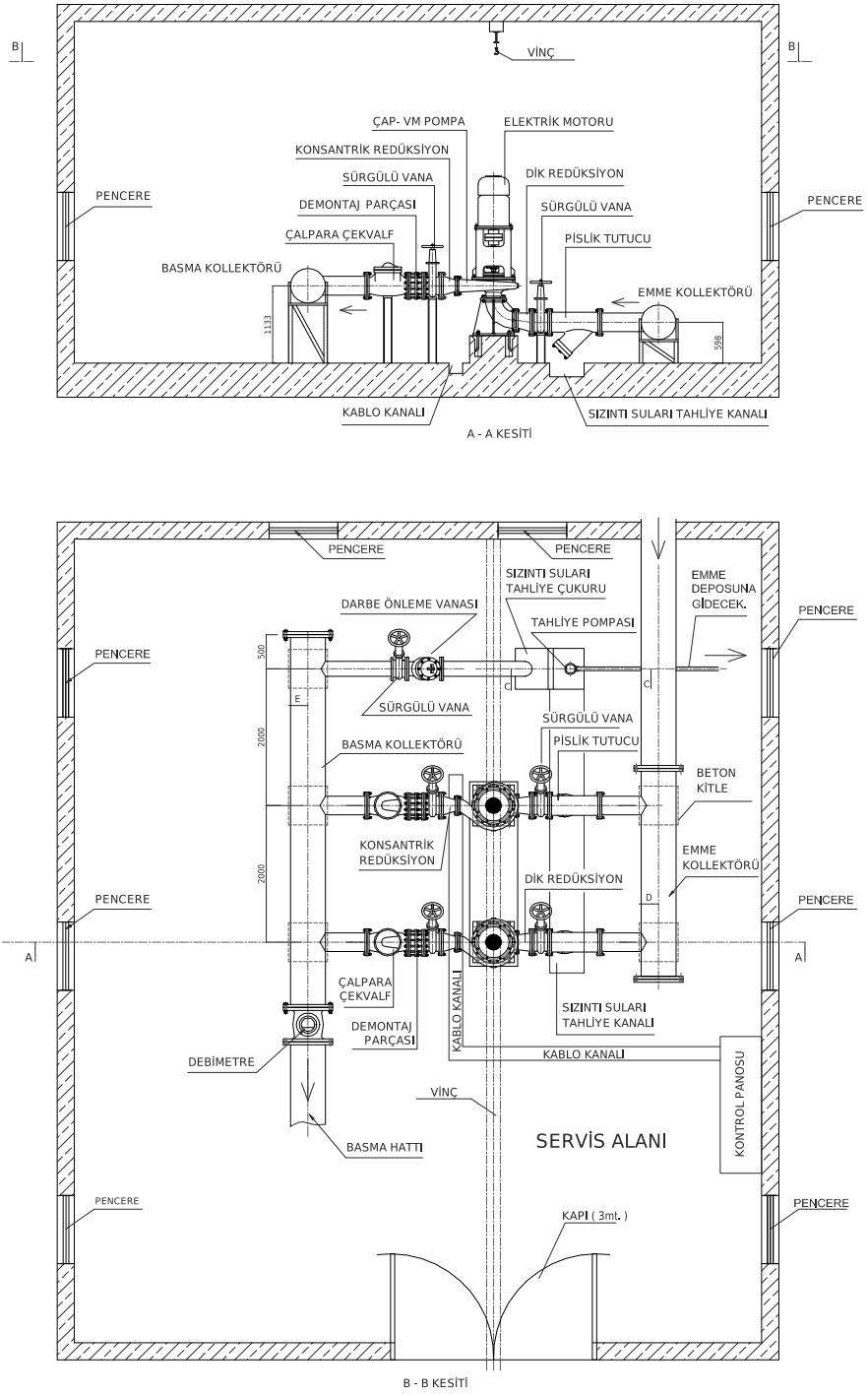
Ana Hat
- Hat profili
- İç çap
- Uzunluk
- Malzeme
- Et kalınlığı

Pompalar
- Pompa eğrileri
- Aynı anda çalışan pompa sayısı
- Kullanılan çekvalf cinsi

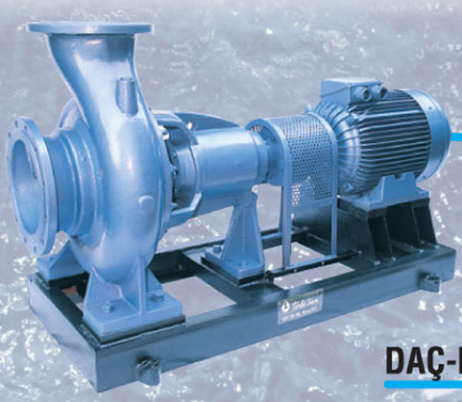
Sistem
- Maksimum debi
- Maksimum ve minimum rezervuar seviyeleri

Birden fazla pompa istasyonu ve/veya birden fazla tüketim alanına sahip şebekelerde, yukarıdaki bilgilerin yanında aşağıdaki bilgilerde gereklidir:

- Pompa istasyonları ve tüketim bölgelerini ve bu alanların özelliklerini gösteren şebeke krokisi
- Her bir parametre değişiminin belirtildiği Piyezometre Hatı




Şekil 14.7 Türbosan'ın uyguladığı tip pompa istasyonu



**NORM**
*Serisi Santrifüj Pompa*

**DAÇ-E/K** Tüplü Dalgıç Pompa

**TÜRBOSAN**
Hidroforlar

**TÜRBOSAN**
Derinkuyu Dalgıç

# BÖLÜM 15

## POMPALARA YOL VERME

Pompalar günümüzde büyük bir çoğunlukla elektrik motorları ile tahrik edilmektedir. İçten yanmalı motorlar, gaz ve buhar türbinleri ise elektrik enerjisinin olmadığı ortamlarda pompaları tahrik etmek amacıyla kullanılmaktadır.

### 15.1 Elektrik motoru ile pompalara yol verme

Pompaları tahrik etmede, diğerlerine göre pek çok avantaja sahip olmaları nedeniyle, sincap kafesli asenkron tipteki elektrik motorları tercih edilir. Sincap kafesli motorların diğer motor tiplerine göre yapımı kolay, işletme güvenliği yüksek ve bakım gereksinimi en azdır. Bu avantajlarına ek olarak, gelişen teknoloji ile ortaya çıkan ve frekansı değiştirerek motor dönme sayısını değiştiren hız ayar üniteleri, sincap kafesli asenkron motorların doğru akım motorlarının ve bilezikli asenkron motorların yerini almasına yol açmıştır. Bu nedenlerle sincap kafesli asenkron motorların kullanım payı %80-90 oranına yükselmiştir.

#### 15.1.1 Elektrik motorlarının devir sayıları

Bir ve Üç fazlı elektrik motorların, senkron hızları şebeke frekansı (f) ile çift kutup sayısı (p)'den

$$n = \frac{60 \times f}{p}$$

formülü ile hesaplanır. Dolayısıyla kutup sayısı ve elektrik frekansına bağlı olarak elektrik motorlarının devir sayıları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

| Kutup Sayısı | 50 Hz Devir (d/d) | 60 Hz Devir (d/d) |
|---|---|---|
| 2 | 3000 | 3600 |
| 4 | 1500 | 1800 |
| 6 | 1000 | 1200 |
| 8 | 750 | 900 |
| 10 | 600 | 720 |
| 12 | 500 | 600 |
| 14 | 428 | 514 |
| 16 | 375 | 450 |

*Tablo 15.1 Elektrik motorları devir sayıları*

Gerçek motor hızları, kayma nedeni ile senkron hızlardan %1 ile %8 oranında daha düşüktür. Örneğin 15 kW ve 4 kutuplu Gamak marka motorun devri 1460 d/d' dır.

### 15.1.2 Elektrik motorları için ortam koşulları

Bir ve üç fazlı motorların performansları deniz seviyesinden 1000 metre yükseklikte ve 40°C ortam sıcaklığında çalışma durumuna göre verilirler. F yalıtım sınıfında imal edilen standart motorlar diğer yükseklik ve ortam sıcaklıklarında çalıştırıldıklarında, anma güçleri aşağıdaki oranlarda değişir.

| **Ortam Sıcaklığı** | °C | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anma Gücü** | % | 100 | 95 | 90 | 85 | 80 |

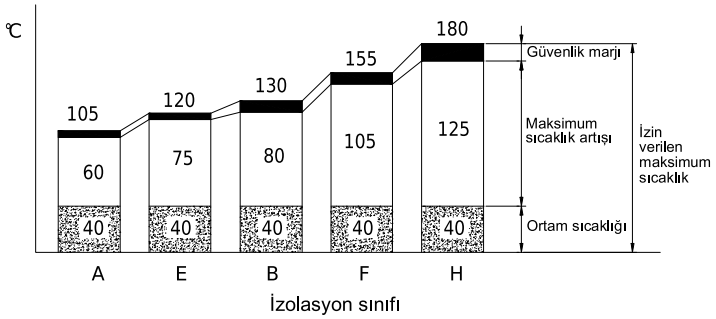
| **Yükseklik** | m | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Anma Gücü** | % | 100 | 95 | 90 | 80 |

*Tablo 15.2 Elektrik motorlarının performanslarının sıcaklık ve yükseklik ile değişimi*

Ortam sıcaklığı ve yüksekliğin her ikisi birlikte değişiyorsa,yeni gücü bulmak için Anma gücünü Sıcaklık ve Yüksekliğe ait katsayılarla çarpılır.

### 15.1.3 İzolasyon sınıfı

IEC 60034-1 standartlarına uygun ölçüm yapıldığında, F izolasyon sınıfı motorlar, 40°C ortam sıcaklığında, 10°C güvenlik marjı dikkate alındığında maximum 105°C sargı sıcaklığı artışına izin verilmektedir.




*Şekil 15.1 Elektrik motorlarının izolasyon sınıfları*

### 15.1.4 Koruma dereceleri

Elektrik motorlarının koruma dereceleri Tablo 15.3'de verilmektedir.

| TANITICI RAKAM | 1.Rakam: Dokunmaya ve yabancı cisimlerin girmesine karşı koruma derecesi | 2.Rakam: Su girmesine karşı koruma derecesi |
|---|---|---|
| 0 | Korumasız | Korumasız |
| 1 | Büyük yabancı cisimlere karşı koruma | Düşey damlayan suya karşı Koruma |
| 2 | Orta büyüklükte yabancı cisimlere karşı koruma | Eğik damlayan suya karşı koruma |
| 3 | Küçük yabancı cisimlere karşı koruma | Serpilen suya karşı koruma |
| 4 | Tane biçimli yabancı cisimlere karşı koruma | Sıçrayan suya karşı koruma |
| 5 | Toz birikimine karşı koruma | Fışkıran suya karşı koruma |
| 6 | Toz girişine karşı koruma | Su basmasına karşı koruma |
| 7 | --- | Daldırma koruması |
| 8 | --- | Su içinde kalma koruması |

*Tablo 15.3 Elektrik motorlarının koruma dereceleri*

Koruma derecesi, TS 3209 ,EN 60529, IEC 60034-5'e uygun olarak "Uluslararası Koruma"kelimelerinin İngilizce baş harfleri olan IP(International Protection) ve iki karakteristik rakamla belirtilir.Bunlar Tablo 15.4'de açıklanmıştır.

| Simgesi | Birinci Rakam<br>Katı maddelere karşı | İkinci Rakam<br>Sıvı maddelere karşı |
|---|---|---|
| IP 54 | Mahfazanın içindeki hareketli gerilimli bölümlere rastgele dokunmaya karşı tam koruma. | Herhangi bir doğrultudan motorun üzerine sıçrayan suyun zarar vermesine karşı koruma. |
| IP 55 | Zarar verici miktarda toz birikimine karşı koruma .<br>Toz girişi tam olarak önlenmemiş olmakla birlikte, motorun çalışmasını etkileyecek miktarda tozun mahfazanın içine girmesine engel olunmuştur. | Herhangi bir doğrultudan motorun üzerine püskürtülen suyun zarar vermesine karşı koruma. |
| IP 56 | | Gemi güvertesinde fırtınada, veya basınçla püskürtülen suyun makinenin içine girerek zarar vermesine karşı koruma. |
| IP 68 | Toz girişine karşı tam koruma | Sürekli suya daldırmaya karşı koruma |

*Tablo 15.4 Koruma dereceleri*

Tablo 15.5'de ölçülen elektriksel büyüklükler (V:gerilim, I:akım şiddeti) ile motorlar giriş ve çıkış güçleri hesaplama bağıntıları verilmiştir.

| Akım Tipi | Giriş Gücü kW | Çıkış Gücü | |
|---|---|---|---|
| | | kW | BG |
| Doğru Akım | $P_{e1} = \frac{VI}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{VI\eta_m}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{V \cdot I \cdot \eta_m}{736}$ |
| Tek Faz | $P_{e1} = \frac{V \cdot I \cos\varphi}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{V \cdot I \cos\varphi\eta_m}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos\varphi\eta_m}{736}$ |
| Üç Fazlı | $P_{e1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos\varphi}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos\varphi\eta_m}{1000}$ | $P_{çıkış} = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos\varphi\eta_m}{736}$ |

*Tablo 15.5 Elektrik motorları giriş ve çıkış güçleri*

Tablo 15.6' da şebekenin hat gerilimine ve stator sargı tipine bağlı olarak motorların normal (sürekli) çalışmadaki bağlantı şekli ile yol verme şekli özetlenmiştir.

| Hat (şebeke) Gerilimi (V) | Motor etiketinde yazılı Stator sargı tipi | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 220 V (Δ) / 380 V (λ), 220V (Δ) | | 380 V (Δ), 380 / 660 V | |
| | Normal Çalışma | Yol Verme | Normal Çalışma | Yol Verme |
| 220 | Δ | Direkt | - | - |
| 380 | λ | Direkt | Δ | Direkt veya λ /Δ |
| 660 | - | - | λ | Direkt |

*Tablo 15.6 Motorların bağlantı şekli*

Motor kalkış anında direkt yol vermede nominal güçteki akım değerinin altı katı kadar akım çeker. Yıldız-üçgen yol vermede bu değer nominal güçteki akım değerinin iki katına düşer.

### 15.1.5 Motorlarda start-stop sayıları (yol verme sıklığı)

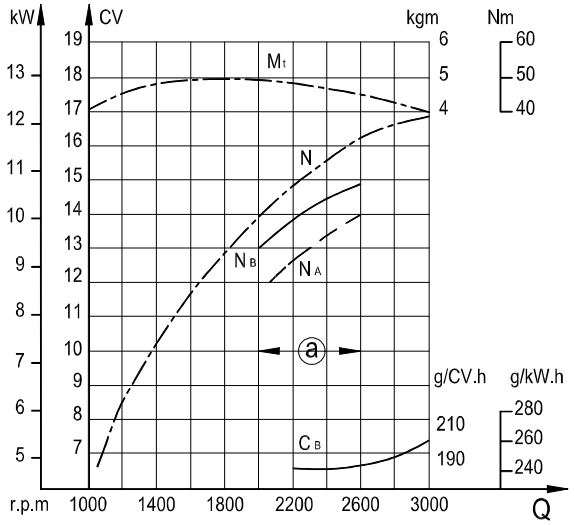
Asenkron elektrik motoru ile pompaya yol verirken motor ilk kalkış akımı nominal akımdan daha büyük olduğu için motor sargılarının aşırı ısınmasına neden olmaktadır. Bu durum pompa miline, çarka ve rulmanlara da zarar vermektedir. Bu nedenle motor kalkış sayısı belli bir değeri aşmamalıdır.

| **Motor Anma Gücü** | **≤5,5** | **7,5-15** | **18,5-30** | **37-45** | **55-75** | **90-132** | **160-200** | **250-315** | **≥400** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Saatteki Max. Kalkış Sayısı** | **18** | **12** | **10** | **8** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** |

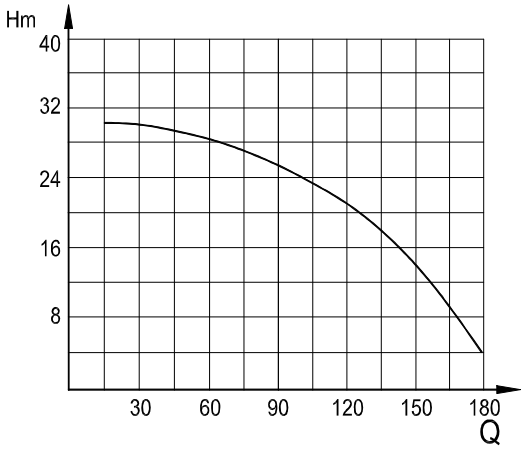
*Tablo 15.7 Yol verme sıklığı*

## 15.2 İçten yanmalı motorlar ile pompalara yol verme

Şekil 15.2'de bir içten yanmalı motorun karakteristik eğrileri görülmektedir. (a) ile işaretlenen bölge motorun sürekli çalışma bölgesi olarak adlandırılır. Pompaların içten yanmalı motorlar ile tahriğinde pompanın çalışma noktasının içten yanmalı motorun sürekli çalışma bölgesi içinde olmasına dikkat edilmelidir. Şekil 15.2'da, Şekil 15.3'de karakteristik eğrisi verilen motor ile çalışması uygun olan bir pompanın tanım eğrisi yer almaktadır.




*Şekil 15.2 İçten yanmalı motorun karakteristik eğrileri*




*Şekil 15.3 Santrifüj pompanın karakteristik eğrisi*

**Örnek:**

Dizel motoruna bağlı bir santrifüj pompanın, motopomp karakteristik eğrisi şekilde verilmiştir. Bu Pompanın, 1500 d/d dönme hızında bir elektrik motoru ile direkt akuple olarak çalıştırılması söz konusu olup, Q=7 lt/sn debi değerinde $H_m$ = 10 mSS manometrik yüksekliği

sağlanması istenmektedir. Bunun mümkün olup olmadığını, mümkünse çark çapında ne gibi değişiklik yapmak gerektiğini inceleyelim:

**Çözüm :**

Şekil 15.5'de de motopomp karakteristik eğrilerinden (I), görüldüğü gibi, debi azaldıkça çekilen güç düşeceği için, motor güç – devir sayısı karakteristiğinin özelliği ile, motopomp devir sayısı artmakta ve eğri yükselmektedir.

İlk yapılacak işlem: (I) eğrisi üzerindeki devir sayısı değerlerinden faydalanarak ve pompayı kendi kendine benzer kabul ederek, Rateau teoremleri yardımıyla, n= 1500 d/d için sabit devir sayısı
$H_m$ =f (Q) karakteristik eğrisini (II) çizmektir.

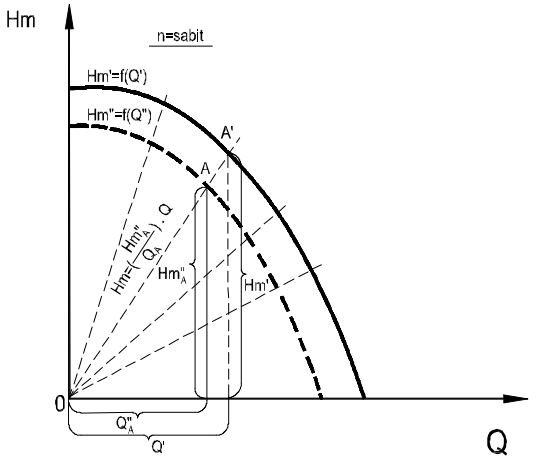
$$H'_m = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \cdot H_m \quad \text{ve} \quad Q' = \left(\frac{n'}{n}\right) \cdot Q$$

bağlantılarında, I eğrisi üzerindeki her noktada devir sayısı farklı olduğu için, n'=1500 d/d değeri her nokta için aynı alınmakla beraber, n değerleri eğri üzerinden okunarak, 1500 d/d için H'm ve Q' değerleri hesaplanacaktır. (Örneğin; 1710 d/d. İçin Q=11lt/sn, Hm=10,6 mSS okunur. 1500 d/dk için Q'=(1500/1710). Q'=0,877. 11=9,65 lt/sn, H'm= $(1500/1710)^2$ . Hm=0,769. 10,6=8,16 mSS bulunur.) I eğrisindeki noktaların, II eğrisindeki karşılıkları şekil üzerinde gösterilmiştir. n'= 1500 d/d sabit için, H'm= f (Q') eğrisi çizildiğinde, Q'=7 lt/sn ve H'm=10mSS değerlerine ait A noktasının eğrinin altında kaldığı görülür. Şu halde (devir sayısı değiştirilemeyeceğine göre), çark çapı küçültülerek aynı pompanın n'= 1500 d/d dönme hızında, bu karakteristik değerleri sağlaması mümkündür.

Çark çıkış çapında yapılması gerekli değişikliği bulmak için gene pompayı kendi kendine benzer kabul ederek, Rateau teoremlerinden faydalanmak gerekir.

n' =1500 d/d sabit olduğu ve küçük çap değişikliklerinde $b_2$ ve $\lambda_2$ deki değişimler ihmal edilebileceği için,

$$\frac{H''_m}{H'_m} = \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^2 \quad \text{ve} \quad \frac{Q''}{Q'} = \left(\frac{D^2{}_2}{D_2}\right)^2 \quad \text{alınabilir.}$$

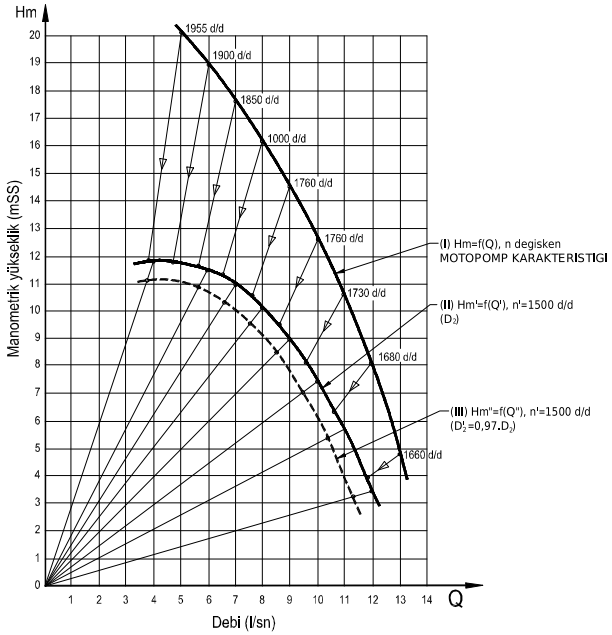



*Şekil 15.4 Çap oranlarının karakteristik üzerindeki etkisi*

Görüldüğü gibi $H''_m / H'_m = Q'' / Q'$ şeklinde değişim söz konusudur. $Q'' = 7$ lt/sn ve $H'_m = 10$ mSS olarak istendiğine göre, $\frac{H'_m}{Q''} = \frac{H'_m}{Q'} = \frac{10}{7}$ sabit kalacaktır.

Şu halde, $H_m - Q$ eksenlerinin kesiştiği sıfır başlangıç noktasından çizilecek doğruların $H''_m = f(Q')$ eğrilerini kestiği noktalar, karşılıklı olarak birbirine tekabül edecektir. Bu özellikle (Şekil 15.4) de, şematik olarak gösterilmiştir.

$A$ noktasının, $H'_m = f(Q')$ eğrisi üzerindeki, hesaba esas olacak $A'$ noktasını bulmak için O ile $A$ noktasını birleştiren ışın doğrusunu çizmek yeterlidir.




*Şekil 15.5 Motopomp karakteristiğinden, diğer karakteristik eğrilere geçiş - Örnek*

(Şekil 15.5) de bu işlem yapılırsa $A'$ noktası için $Q' = 7{,}4$ lt/sn, $H'_m = 10{,}6$ mSS bulunur.

Değerler kontrol edilirse;

$$\frac{H''_m}{H'_m} = \frac{10}{10{,}6} = 0{,}943$$

$$\frac{Q''}{Q'} = \frac{7}{7{,}4} = 0{,}945$$

Eğri hassasiyeti ve okunabilen ölçek değerleri içinde oranların sabit kaldığı görülür.

$$\frac{H''_m}{H'_m} = \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^2 \text{ veya } \frac{Q''}{Q'} = \left(\frac{D'_2}{D_2}\right)^2$$

olduğundan

$$\frac{D_2'}{D_2} = \sqrt{0{,}944} = 0{,}971 \;;\; D_2' = 0{,}97 \cdot D_2$$

alınabilir. Başka sözle, n=1500 d/d için $Q'' = 7$ lt/sn, $H_m'' = 10$ mSS değerlerini sağlayabilmek için, çark çıkış çapı, ilk çapın % 3'ü oranında torna edilerek küçültülmelidir.

Benzer şekilde, Rateau teoremleri uygulanarak, bu yeni çap için, n=1500 d/d sabit hızında $H_m'' = f(Q'')$ karakteristik eğrisi (III) çizilebilir. (II) eğrisi üzerinden alınan değerlere göre hesaplar yapılırsa,

| $D_2$ çapı için : | | $D_2'$ çapı için : | |
|---|---|---|---|
| n= 1500 d/d hızda | | n=1500 d/d hızda | |
| $Q'$ (lt/sn) | $H_m'$ (mSS) | $Q'' = 0{,}944 \cdot Q'$ | $H_m'' = 0{,}944 = 11{,}14$ mSS |
| 4 | 11,80 | 4.0,944=3,77 lt/sn | 11,80.0,944=11,14 mSS |
| 6 | 11,5 | 5,66>> | 10,85>> |
| 7 | 10,9 | 6,61>> | 10,3>> |
| 8 | 10,1 | 7,55>> | 9,5>> |
| 9 | 8,9 | 8,5>> | 8,4>> |
| 10 | 7,4 | 9,44>> | 6,98>> |
| 11 | 5,7 | 10,38>> | 5,38>> |
| 12 | 3,4 | 1,32 >> | 3,21>> |

*Tablo 15.8 Küçük çark çapı değişiklileri ile pompa karakteristiğinin değişimi*

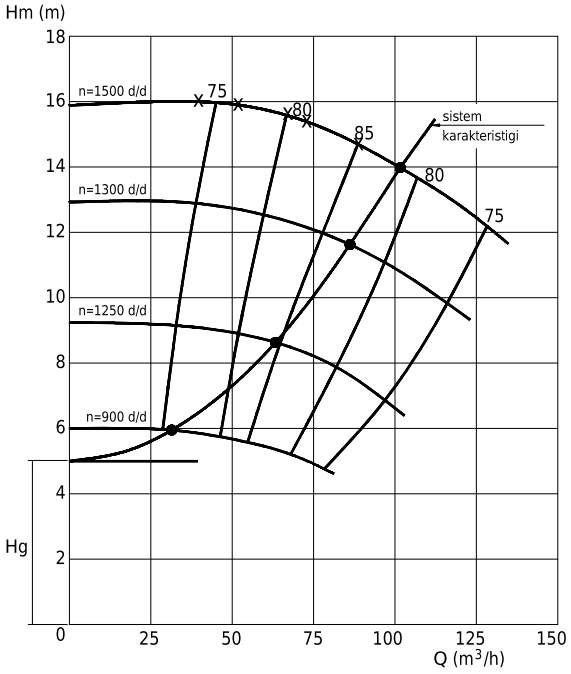
Yukarıdaki tablo yardımıyla, yeni $D_2$' çapına göre (III) karakteristik eğrisi çizilir. Bu hesap yolu, küçük çap değişiklikleri için gerçeğe çok yakın değerler verir. Ancak büyük çap değişikliklerinde, pompanın kendi kendine benzerlik özelliği kalkacağı ve özgül hız değişeceği için uygulama hatalı olur.

### 15.3 Frekans konvertörü kullanımı

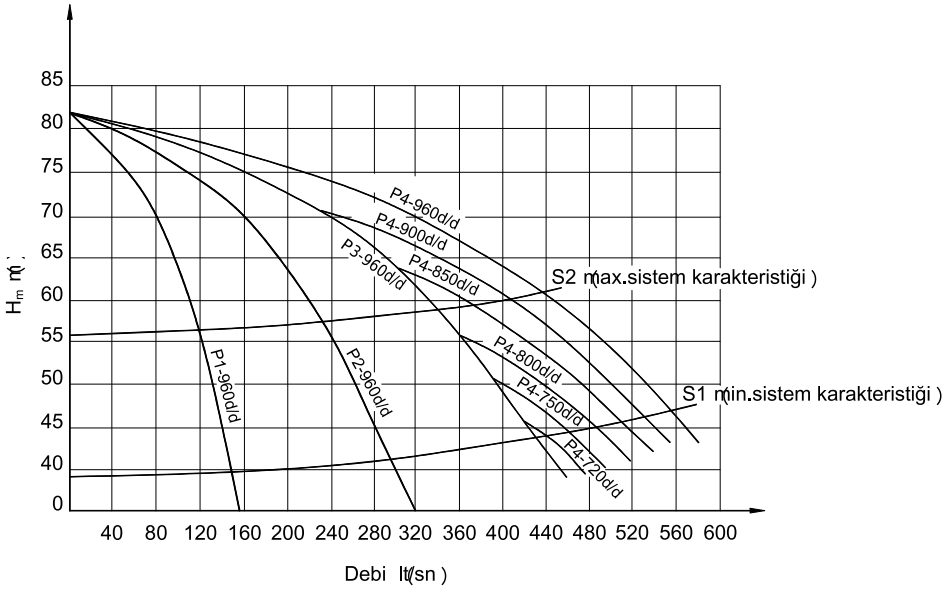
Debinin değişken olduğu Isıtma sistemleri gibi, sistemde dolaşan akışkan debisinin değiştirilerek ısıtma miktarının enerji tasarrufu nedeni ile değiştirildiği sistemlerde pompanın debi kontrolü, elektriğin frekansını değiştirerek pompanın dönme sayısının ayarlanması yolu ile yapılır. Bu sayıda aşağıdaki Şekil 15.6 'da gösterildiği gibi pompanın çalışma noktası tüm debi değerleri için yüksek verim bölgesinde kalabilecektir. Pompanın debisinin, vana ile ayarlanması durumunda pompanın düşük verim ile çalışması söz konusudur.

- Frekans konvertörü ile devir sayı değiştirilen debinin değiştirilmesi
- **x** Kısma vanası ile debinin değiştirilmesi

Frekans konvertörlü sistemlerde frekansın artırılması pek istenilmez. Motorun ısınmasına neden olabilir. Sistem proje esnasında tasarlanırken frekans değeri azaltmaya göre hazırlanmalıdır.




*Şekil 15.6 Frekans konvertörü kullanımı*




*Şekil 15.7 Frekans konvertörü ile çalıştırılan dört pompalı bir sistemdeki pompa performans eğrisinin devire göre değişimi*

Bu dönüşünleri elde etme amacıyla kullanılan temel bağıntılar aşağıda verilmektedir:

$$\frac{Frekans}{Frekans'} = \frac{n}{n'}$$ **devir**

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'}$$ **debi**

$$\frac{Hm}{Hm'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2$$ **manometrik yükseklik**

$$\frac{Ne}{Ne'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^3$$ **motor gücü**

## 15.4 Üç fazlı motorlarda arızalar ve çözümleri

| ÜÇ FAZLI MOTORLARDA ARIZALAR VE ÇÖZÜMLERİ | | |
|---|---|---|
| **ARIZA** | **OLASI NEDENLER** | **ÇÖZÜMLERİ** |
| **Motor çalışmıyor; manyetik vınlama sesi yok.** | 1- Sigorta sökülü veya atmış. | 1- Sigortayı kontrol edin. |
| | 2- Termik atmış. | 2- Termiği kontrol edin. |
| | 3- Kablo bağlantıları uygun değil veya gevşek. | 3- Kablo bağlantılarını kontrol edin. |
| | 4- Şalterde temassızlık var. | 4- Şalteri kontrol edin. |
| **Motor çalışmıyor; manyetik vınlama sesi var, termik atıyor.** | 1- Kablo bağlantıları yanlış. | 1- Kablo bağlantılarını kontrol edin. |
| | 2- Şebek voltajı düşük. | 2- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 3- Röle arızalı. | 3- Röleyi değiştirin. |
| | 4- Motor içerisinde mekanik sıkışıklık var. | 4- Motor yataklarını kontrol edin. |
| | 5- Motor iki faza kalmış. | 5- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| **Motor kalkış yapıyor ve çalışıyor fakat kısa süre sonra termik atıyor.** | 1- Şebek voltajı düşük. | 1- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 2- Termik arızalı. | 2- Termiği kontrol edin. |
| | 3- Motor aşırı yüklenmiş. | 3- Motorun yüke uygunluğunu kontrol edin. |
| | 4- Kondansatör arızası | 4- Kondansatörü ve bağlantıları kontrol edin. |
| **Motora yol vermek mümkün olmuyor.** | **Motor boşta iken;** | |
| | 1- Şebek voltajı yok | 1- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 2- Şebek voltajı düşük. | 2- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 3- Motor iki faza kalmış. | 3- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 4- Bağlantılar gevşek. | 4- Bağlantıları sıkıştırın. |
| | 5- Yanlış bağlantı | 5- Bağlantıları kontrol edin. |
| | 6- Motor içerisinde mekanik sıkışıklık | 6- Motor yataklarını kontrol edin. |
| | **Motor yükte iken ilaveten;** | |
| | 7- Motor aşırı yükleniyor. | 7- Motorun yüke uygunluğunu kontrol edin |
| | 8- Röle bozuk. | 8- Röleyi değiştirin. |
| | 9- Zaman rölesi süresi yeterli değil. | 9- Zaman rölesi süresini değiştirin. |
| **Gürültülü çalışma.** | 1- Gevşek parçalar.(Ayak,kasnak vs.) | 1- Bağlantıları sıkıştırın. |
| | 2- Fan kanatlarında kırılma veya bükülme. | 2- Fanı değiştirin. |
| | 3- Motor yataklarında bozulma | 3- Motor yataklarını kontrol edin. |
| | 4- Motor akuplajında hata var. | 4- Akuplajı kontrol ederek düzeltin. |
| | 5- Rulman gergi yayı bozulmuş. | 5- Rulman gergi yayını değiştirin. |
| | 6- Fan sürtmesi. | 6- Sürtmeyi engelleyin. |
| | 7- Motor iki faza kalmış. | 7- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 8- Bağlantılarda gevşeklik. | 8- Bağlantıları sıkıştırın. |
| **Aşırı ısınma** | 1- Şebeke voltajı düşük. | 1- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 2- Motor aşırı yüklenmiş | 2- Motorun yüke uygunluğunu kontrol edin. |
| | 3- Motor iki faza kalmış. | 3- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 4- Fan kırık. | 4- Fanı değiştirin. |
| | 5- Yataklar bozulmuş. | 5- Motor yataklarını kontrol edin. |
| | 6- Ortam sıcaklığı çok yüksek. | 6- Özel motor kullanın. |
| | 7- Motorun hava emişi engellenmiş. | 7- Nedeni belirleyin ve düzeltin. |
| | 8- Sargıda kısa devre. | 8- Servise başvurun. |

*Tablo 15.9*

*Motora mutlaka topraklama bağlantısı yapılmalı ve motor şebek bağlantıları temas yüzeyini arttırmak ve kısa devre ihtimaline karşı uygun kablo pabucu kullanılarak yapılmalıdır.

# BÖLÜM 16

## ATIK SU POMPALARINDA AŞINMA TÜRLERİ VE MALZEME SEÇİMİ

Atık sular (kanalizasyon sıvıları) korozif ve aşındırıcı olup, bunlardan birisi zaman zaman daha baskın olmaktadır. Bu nedenle atık su pompaları için uzun ömürlü, uygun maliyetli malzeme seçimi çok önemlidir.

Bazı şehir ve kasabalarda aşırı kumlu sular nedeniyle arıtma sistemlerine kumların birikmesi pompanın ömrünü kısaltmakta, ayrıca pompanın çarkı, yıpranma halkası, salyangozu gibi hidrolik elemanları aşındırarak arıtma tesisini çalışmaz hale getirebilmektedir. Bu olumsuz koşulları ortadan kaldırmak için arıtma tesisine gelen sıvıların içinde bulunan kum ve büyük katı parçalar bir şekilde tutularak pompa ve arıtma ekipmanlarının zarar görmesi engellenmelidir.

Atık sıvının özelliklerine bağlı olarak pompaların ömrü, hidrolik elemanları farklı malzemelerden imal edilerek uzatılabilir. Bu durum standart olarak pik malzemeden imal edilen pompaların maliyetlerinin bir miktar artmasına yol açar.

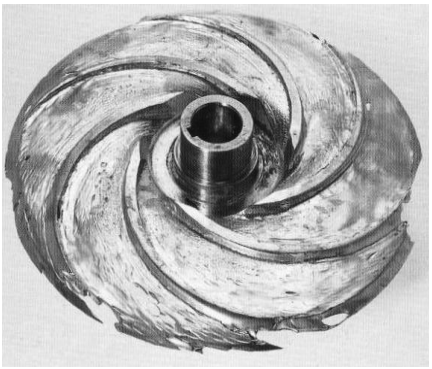
Atık sıvılarda bulunan klorür miktarının, sıvının PH değerinin, sıcaklığın, oksijen miktarının ve aşındırıcı parçacıkların pompa ve arıtma ekipmanları üzerinde önemli etkileri vardır. Evsel atık sulardaki klorür miktarı 30 ila 100 mg/L arasında değişir. Bazı uygulamalarda atık sıvıdaki klorür miktarı 500 mg/L değerine kadar çıkabilir. Atık sıvıların PH değeri 6 - 10 arasında değişir ve bu husus pompa malzemesinin seçiminde mutlaka dikkate alınmalıdır.

**Aşınma nedir?**

Aşınma, pompayı oluşturan bileşenlerdeki malzeme kaybı olup sonucunda pompa parçalarının şekillerinde, yüzey kalitesinde ve boyutlarında değişiklikler meydana gelir. Aşınma nedeniyle pompa parçaları istenilen fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremez hale gelirler. Pompa parçalarının aşınma sebeplerini doğru bir şekilde anlayabilmek için aşınma olayına etkiyen ana faktörleri, yani aşınan malzemeyi, aşındırıcı malzemeyi, sıvının özelliklerini, katı parçacık boyutlarını ve pompanın çalışma (işletme) noktasının durumunu (kavitasyon) bilmek gerekir. Bu faktörler bilindiği takdirde aşınmaya çözüm bulunarak pompa ömrü uzatılabilir.

Aşındırıcı parçacıklara bağlı aşınma atık suda alışılagelmiş bir durumdur. Pompa salyangozundaki hız yüksekse (örneğin 5 m/sn' nin üstünde ise) su erozyonu hızlanır.

Ni-Hard gibi malzemeler oldukça yüksek aşınma direncine sahiptir. Sertlik ile aşınma direnci arasındaki doğrusal ilişki açık bir şekilde sertleştirilmiş çelikte görülmektedir. Yapısında grafit bulunan pik döküm, benzer sertliğe sahip karbon çeliğiyle kıyaslandığında daha düşük aşınma direncine sahiptir. Diğer taraftan, daha yüksek korozyon direnci özelliklerine sahip olan paslanmaz çelik (AISI 316, 304...), pik dökümden (GG25) daha yüksek aşınma direncine sahiptir.



Korozyona uğramış metal yüzey

Korozyona uğramış çark yüzeyi

**Aşınma Türleri**

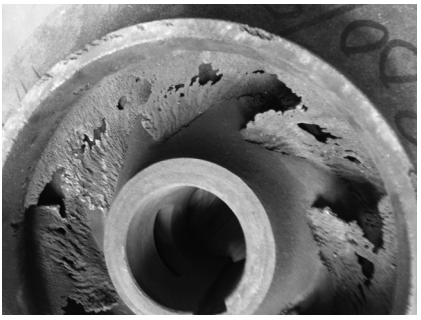
**1- Korozyon**

Korozyon, kimyasal maddelerin (katı, sıvı veya gaz) katı nesnelerin yüzeyleriyle kimyasal etkileşim sonucu kütle yitirmesine neden olması olarak tanımlanabilir. Paslanmayı ve eriyerek yok olmayı korozyon örnekleri olarak gösterebiliriz.

Korozyon, atık su ile doğrudan temas eden pik dökme demir ve karbon çeliği için en yaygın rastlanan aşınma türleridir. Atık suda alüminyum malzeme kullanılmamalıdır.

Korozyon kalın cidarlı pik döküm ve muadili malzemeler genellikle büyük bir sorun teşkil etmemektedir. Bu durum pompanın çalışmasını  etkilememektedir. Oksijen kaynaklı korozyon, yüksek sıcaklık,  düşük pH değeri, yüksek oksijen miktarı veya yüksek klorür miktarı gibi birçok nedene bağlı olarak hız kazanabilmektedir. Bu hızlandırıcı etkilerin en yaygın olanı ise klorür miktarıdır. Genel bir kural olarak klorür seviyesi 180 mg/L altındaysa gri demir ve karbon çeliği için ilave koruyucu tedbire gerek yoktur.

Rüzgar erozyonu



Kavitasyona uğramış  bir çark

**2-Erozyon**

Erozyon, bir yüzeye hızla püskürtülen katı parçacıkların, sıvı veya gaz jetlerinin o yüzeyi aşındırarak malzeme kaybına yol açması olarak tanımlanabilir. Toprak erozyonu, sıvıların (sel veya yağmur suları) neden olduğu bir çeşit erozyon örneğidir. Çölde rüzgar tarafından savrulan kum taneciklerinin araçları, yapıları ve makineleri aşındırdıkları görülür. Bu da katı taneciklerinin ve havanın yaptığı erozyona örnektir.

Pompalarda erozyon, sıvı yüksek hızda aktığında ve sıvıdaki çözünmüş oksijen nedeniyle pompa parçalarının yüzeylerinde aşınmalar meydana gelir. Genel olarak türbülanslı akışın olduğu bölgelerde sınırlı olan aşınma, gaz kabarcıkları ve katı parçacıkların bulunduğu yerlerde çok daha şiddetlidir. Erozyon hasarı kavitasyon hasarı ile karıştırılmaktadır. Kavitasyon, pompanın uygun olmayan emme koşullarında çalıştığı zaman meydana gelmektedir. Doğru uygulamalarda kavitasyon riski azdır. Bu durumlarda pompa malzemesindeki hasarın nedeni büyük ihtimalle erozyondur.

**Malzeme Türleri**

Pompa malzemesi seçimi başlıca pompalanan sıvının özelliklerine bağlıdır. Uzun pompa ömrü için prosese uygun malzemeler seçilmelidir. Proses sıvısının erozyon ve korozyon etkisine bağlı olarak sıvı ile doğrudan temasda bulunan çark ve salyangozda aşınma yoğun olarak etkisini gösterebilir. TABLO 1 ‘ de seçilebilecek bazı malzeme örnekleri belirtilmiştir. Ülkemizde atık sıvıda genel malzeme uygulaması, çark, salyangoz ve diğer pompa parçalarının pik döküm olarak imal edilmesi biçimindedir.

| **Çeşitli malzemelerin sertlik değerleri ve nispi aşınma direnç sıralaması** | | |
|---|---|---|
| **Malzeme Tanımı** | | **Malzemenin Sertlik Değeri** |
| Nori-Hard | | 65 HRC |
| Ni-Hard 2 | | 55 HRC |
| %30 Cr Çelik | | 45 HRC |
| Paslanmaz Çelik | AISI 329 | 25 HRC |
| Sertleştirilmiş Alaşımlı Çelik | CA 15 | 30 HRC |
| Alaşımlı Çelik | CA 6 NM | 23 HRC |
| Paslanmaz Çelik | AISI 316 | 180 HB |
| Ni-Rezist D2 | GGG – NiCr 20 2 | 200 HB |
| Sfero Döküm | GGG 40 | 185 HB |
| Pik Döküm | GG 25 | 160 HB |
| Al-Nikel Bronzu | G CuAl10Ni | 140 HB |
| **Not** : Değerler ortalama değer olup, döküm ve ısıl işlem tekniklerine göre artar veya azalabilir. | | |
| HRC: Rockwell sertlik HB: Brinell Sertlik | | |

Tablo:1

**Gri Dökme demir (Pik döküm);**

İyi döküm özellikleriyle bilinen gri dökme demir kolay işlenebilmesi ve kolay dökülmesi ile tercih edilen standart bir malzemedir. Korozyona karşı koruma veya aşınma direnci açısından herhangi özel bir gereksinimin bulunmadığı atık su uygulamaları için uygun ve en yaygın kullanılan pompa malzemesidir.
Atık sıvının klorür miktarının 180 - 200 mg/L değerini geçmediği sürece ve PH'ın 5.5 ila 13 arasındaki değerlerinde pik döküm kullanılabilir. Klorür miktarının izin verilen azami değerleri aşması halinde çinko anotlar kullanılabilir. Pompa ayrıca özel bir epoksi boya ile boyanarak kullanılmalıdır.

**Paslanmaz çelik;**

Paslanmaz çelik, AISI 316, 329 v.b malzemeler korozyona karşı yüksek direnç göstermesine karşın düşük aşınma direncine sahiptir. Atık su içerisinde zaman zaman paslanmaz çeliğin uygunluğunu kısıtlayan aşındırıcı parçacıklar bulunabilmektedir. Bu nedenle pompanın çark malzemesinin gri dökme demir malzeme yerine paslanmaz çelikten imal edilmesi mümkün olmakla birlikte yüksek aşınma ile sonuçlanan bu olumsuz etkilere yol açar.
Korozif ortam nedeniyle çinko anotların gerekli olması durumunda anotlar, gri dökme demirden imal edilmiş çarka kıyasla daha hızlı eriyecek ve daha sık değiştirilmesi gerekecektir.

Gri dökme demirden imal çarkın paslanmaz çelikten imal bir çarkla değiştirilmesi korozyon riskini doğurur. Bu nedenle paslanmaz çelik atık su uygulamalarında genellikle önerilen bir malzeme değildir. Fakat atıksuya deniz suyu karışıyorsa Paslanmaz çelik kullanılması doğru malzeme seçimi olacaktır.

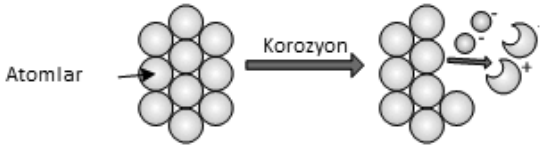
*Genel olarak değerlendirirsek; Giderek artan karmaşıklıktaki atık su karışımları pompayı etkilemekte ve pek çok uygulamada hem korozyon hem de aşınmayla sonuçlanmaktadır. Bunu önleme amaçlı olarak, atık su pompaları için, çark ve salyangoz için doğru malzemenin seçilmesi, çinko anotlar ve koruyucu kaplamaların kullanılması taleplerini artırmaktadır.

Yukarıda da açıklandığı üzere, pompa için malzeme seçiminde pompalanan sıvıdaki klorür miktarının ve aşındırıcı parçacık sayı ve büyüklüğünün önemli etkisi vardır.
Atık sıvıda yüksek miktarda klorür bulunması durumunda çark malzemesi ne olursa olsun çinko anotlar kullanılmalı ve özel epoksi boya ile kaplanmalıdır. Paslanmaz çelikten imal bir çarkın tercih edilmesi durumunda gri demir yerine bu malzeme kullanılabilir fakat korozyon riski artacaktır. Bundan dolayı paslanmaz çelik atık su uygulamalarında çark malzemesi olarak genellikle önerilmez. Burada çark malzemesi olarak gri dökme demir en iyi çözümdür ve ilave korumaya pek ihtiyaç duyulmaz.
Yüksek aşınma koşulları altında aşınma direncini arttırdığı ve daha uzun süre çalışma sağlayacağı için sert malzemeden imal çark ve salyangoz gereklidir. CA-15 vaya CA-6NM gibi malzemeler kullanılabilir. Bu malzemelerin dökümü ve işlenmesi, Ni-Hard gibi çok sert ve işlenmesi çok zor olan malzemelere göre kolaydır.
Aşındırıcı sıvıların pompalanmasında kullanılan pompalar için pompa istasyonlarında sistemin durmaması için yedek pompa ve yedek Çark v.b malzemeler bulundurulmalıdır.
Atık sıvı pompalarında Pik döküm gibi malzemelerin ömrünü uzatmak için Katotik koruma uygulanır.
Alt yapı şebeke borularında Katotik koruma uygulanmaktadır.

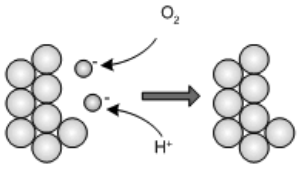
## Katodik Koruma

### Giriş

Sıvının içinde bulunan bir metal malzeme korozyona uğradığında pozitif yüklü atomlar metal yüzeyinden uzaklaşır ve suyun içinde çözünürler.




Bu durumda negatif yüklü elektronlar metal yüzeyinde kalırlar. Sıvıda serbest oksijen ($O_2$) ya da pozitif yüklü hidrojen atomları ($H^+$) olması durumunda, metal yüzeyindeki elektronlar bunlar tarafından çekilirler ve korozyon devam eder. Oksijenin herhangi bir metal ile reaksiyonu aşağıda ifade edilmiştir.

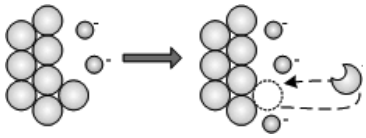



Katod reaksiyonu $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

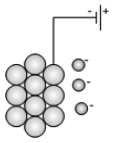
Anot reaksiyonu $Me \rightarrow Me^{2+} + 2e^-$

Toplam reaksiyon $Me + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2OH^- + Me^{2+}$

Elektronların çekilememesi durumunda, metal negatif olarak o kadar fazla yüklenmiş olur ki, atomlar elektrostatik çekim kuvveti nedeniyle yüzeyi terk edemez.



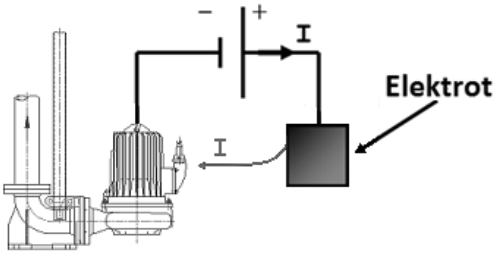
Korozyonun pratik olarak önlenmesinin pratik metodlarından biri, metali çok fazla elektronla yükleyerek, pozitif yüklü metal atomlarının elektrostatik çekim kuvveti nedeniyle yüzeyden ayrılmamalarını sağlamaktır.



Korozyonu engelleyen bu yöntem katodik koruma olarak adlandırılır ve iki farklı biçimde uygulanabilir: Akımlı koruma ve eriyen galvanik anot kullanımı

**Akımlı Koruma**

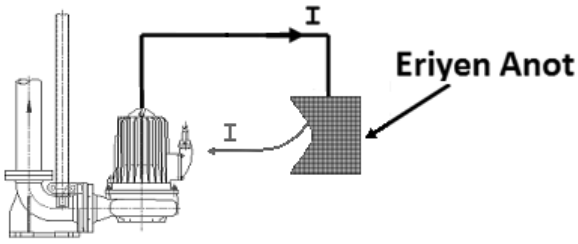
Akımlı koruma yönteminde, korunması amaçlanan metal (bu durumda su içine dalmış olarak çalışan pompa) elektriksel bir güç kaynağına bağlanır. Akım sıvının içinden geçerek elektrottan metale doğru akar.




Bu sistem, doğru akım yoğunluğu ve sıvının içinde yeterli gerilim düşümü oluşturabilmek için çok dikkatli kontrol edilmelidir. Akım yoğunluğunun ayarlanmasını sağlayan bir elektrot bu sistemde yer alır ve fonksiyonu akımı doğru değere ayarlamaktır. Doğru olmayan akım yoğunluğu değerleri yüzeydeki boyaya ya da rulmanlara zarar verebilir. Bu tip sistemler büyük istasyonlar için daha uygundur fakat galvanik anot kullanımının yasak olduğu balık çiftliklerinde de kullanılabilirler. Elektrotlar genellikle grafit, titanyum alaşımları, silikon demir malzemeden üretilirler.

**Eriyen Galvanik Anot Kullanımı**

Eriyen galvanik anotlar, malzemeyi korumak için gerekli akımı üretmek için kullanılırlar. Bunlar değişken durumlarda doğru akımı kendiliğinden ayarlayabilme özelliğine sahiptirler. Bu durumda gerekli akım, koruma altındaki metali daha kolay eriyen (daha az asal) metale bağlayarak oluşturulur. Bunun nasıl yapılacağına ait örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



**Sıvı Tipleri**

Katodik koruma, deniz suyu, asidik ve alkalik yapıdaki sular gibi değişik su tiplerinde uygulanabilir. Fakat burada katodik korumanın, eriyen galvanik anotlar ve onların deniz suyu ile klorür içeren sulardaki uygulamaları ele alınacaktır.

**Suyun iletkenlik direnci**

Katodik korumanın yapılabilmesinin önemli parametrelerinden biri suyun iletkenlik direncidir. Bu direnç ohm x cm olarak tanımlanır. Aşağıdaki tablo farklı yörelerdeki deniz suyunun $20^0$C sıcaklıktaki iletkenlik direncini göstermektedir.

| Denizin yeri | İletkenlik direnci Ohm x cm | İletkenliği uS/cm | Tuzluluğu % | Klorür miktarı mg/l ya da ppm |
|---|---|---|---|---|
| Nehir ve göl suları | 25 000 - 5000 | 50 - 220 | 0.0 | 10 - 50 |
| Baltık denizi | 200 - 80 | 4500 - 12 500 | 0.3 - 0.8 | 1 500 - 4 500 |
| Caspian Denizi | 53 | 19 500 | 1.3 | 7 200 |
| Karadeniz | 32 | 31 500 | 2.2 | 12 200 |
| Pasifik | 20 | 47 000 | 3.4 | 19 000 |
| Atlantik | 20 | 48 000 | 3.5 | 19 500 |
| Akdeniz | 19.5 | 51 500 | 3.8 | 21 000 |
| Kızıldeniz | 19 | 53 500 | 4.1 | 22 500 |
| Ölüdeniz | 3.1 | 122 000 | 34 | 120 000 |

Deniz suyunun ana bileşeni sodyum klorür dür ve deniz suyunun tuzluluğu aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir:

$$\text{Tuzluluk } (\%) = 0.18 \times \text{klorür yoğunluğu (g/kg)}$$

**Sınırlamalar**

Eriyen anotlar kullanıldığında, suyun iletkenlik direnci 200 ohm×cm değerini aşmamalıdır. Aksi takdirde oluşan akım miktarı yeterli olmaz. Yüksek direnç değerlerinde birim alan başına daha fazla anot kullanılmalıdır. Korozyon, bazı durumlarda kabul edilebilir zira düşük tuz içeriği korozyon hızının daha yavaş olması anlamındadır.

Anot kullanımının diğer bir kısıtlaması, sıvının pH değerinin 5.5 ila 11 arasında olması ve sıcaklığın $60^0$C dereceyi aşmamasıdır. Anotlarla birlikte boya da kullanılması durumunda sıcaklık sınırı $50^0$C dir.

**Koruması yapılacak metaller**

Prensipte, katodik koruma, korozyon hızını düşürmek amacıyla, tüm metallere uygulanabilir. Burada aşağıdaki metaller ele alınacaktır:

- Karbon çelikleri ve alaşımsız dökme demir (Plain carbon steels and unalloyed cast iron)
- Paslanmaz çelikler ve bakır alaşımları (Stainless steels and copper alloys)
- Alüminyum (Aluminium)

Deniz suyunun iletkenlik direncine ve hızına bağlı olarak, bu metallerin yeterli biçimde korunması farklı akım yoğunlukları ($mA/m^2$) gerektirmektedir.

Boyanmış metal yüzeyler daha düşük akım yoğunlukları gerektirir zira sadece boyanın olmadığı delikler ve boyası hasar görmüş yüzeyler korunmaya ihtiyaç duyarlar. Aşağıdaki tablo, iletkenlik direnci 200 ohm x cm değerine kadar olan deniz suyu içinde bulunan farklı metallerdeki korozyonu önlemek için, gerekli akım yoğunluklarını göstermektedir. Deniz suyunun V (m/sn) hızına sahip olması durumunda bu değerler (V+1) ile çarpılmalıdır.

| | Gerekli akım yoğunluğu ($mA/m^2$) | |
|---|---|---|
| | Kaplanmamış | Kaplanmış |
| Karbon çeliği ve dökme demir | 70 | 15 |
| Paslanmaz çelik | 100 | 15 |
| Bakır alaşımları | 200 | 30 |
| Alüminyum alaşımları | 25 | 5 |

**Anot Performansı**

Değişik metaller, deniz suyunun yol açtığı korozyona karşı metalleri korumak için eriyen anot olarak kullanılabilir. En temel koşul eriyen anodun, korunması amaçlanan malzemeden daha kolay aşınan (az asal) olmasıdır.

Eriyen anot olarak en yaygın kullanılan metaller, çinko, magnezyum ve alüminyumdur. İstenen sonucun alınabilmesi için eriyen anotların kimyasal bileşimine çok dikkat edilmelidir. Örneğin çinko anotların demir içeriği çok düşük olmaldır zira çinko anot aksi takdirde doğru akım yoğunluğunu sağlamayacaktır.

Anotların geometrisi de önemlidir. Uzun ve dar anotlar, iyi akım dağılımı sağlamak için, en iyisidir. Anot malzemesinin kapasitesi kilogram başına amper saat olarak ifade edilir (Ah/kg). Kapasite, katodik korumanın tasarımında, anot malzemesinin gerekli miktarını hesaplamak için kullanılır. Değişik anot malzemelerinin kapasiteleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| Anot Malzemesi | Kapasite Ah / kg |
|---|---|
| Magnezyum | 1 100 |
| Aluminyum | 1 500 |
| Çinko | 750 |

Magnezyum iletkenlik direnci çok yüksek olan sıvılarda, örneğin içme suyunda fakat deniz suyunda değil, kullanılmalıdır. Zira çok hızlı tükenebilir ve patlayıcı gaz karışımlarına yol açabilir.

Çinko anotlar sıcaklığı 60°C den yüksek olan durumlarda kullanılmamalıdır. Bu sıcaklığın üzerinde çinkonun polaritesi demir ile ilişkili olarak değişebilir ve çinko çelikten daha az aşınan duruma (asal) geçer ve demirin korozyon hızı çok aşırı biçimde artacaktır.

**Eriyen anotlar ile yapılan katodik korumaya ait hesaplamalar**

Aşağıdaki yöntem, bir dalgıç pompanın eriyen anotlar ile korunmasında gerekli olan anot miktarının belirlenmesi için kullanılabilir:

Suyun iletkenlik direnci 200 ohm × cm değerinden daha düşük olmalıdır. Daha yüksek iletkenlik direncine sahip sularda, aynı anot miktarı daha küçük parçalara bölünerek, tüm yüzeyin korunmasını sağlama amacıyla kullanılabilir.

Korunacak yüzey alanını hesaplayınız. Bu hesaplamada kaplanmış ve kaplanmamış yüzey alanlarının ayrı ayrı ele alınız. Pompanın içindeki suyun yüksek hıza sahip olduğunu ve boru ve bağlantıların da anodu eriteceğini de göz önüne alınız. Pompanın iç ve dış yüzeylerindeki gerekli koruma akımını ayrı ayrı hesaplayınız.

Gerekli korumayı sağlayacak anodun kütlesi (M) aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$M\ (kg) = \frac{Akım\ \left(\frac{mA}{m^2}\right).\ Alan\ (m^2)\ .\ 8{,}65\ .yıl\ .(1 + su\ hızı\ \left(\frac{m}{sn}\right))}{Anot\ Kapasitesi\ \left(\frac{Ah}{kg}\right)\ .\ Anot\ geometrik\ faktörü}$$

Anot geometrik faktörü, uzun ince anotları için 0,9 ve diğerleri için 0,85'dir.

Aşağıdaki küçük bir pompaya ait olan hesap örneği, 1 $m^2$ lik kaplanmamış yüzey alanı durgun su ile temasta olan ve 0.5 $m^2$ lik yüzey alanı 5 m/sn hız ile akan su ile temasta olan dökme demir malzemeden imal edilmiş bir dalgıç pompanın korunmasında bir yıl için gerekli olan çinko anodunun kütlesini vermektedir:

$$\frac{70\ .\ 1\ .\ 8{,}65\ .1\ .\ 1}{750\ .\ 0{,}9} + \frac{70\ .0{,}5\ .8{,}65\ .\ 1\ .\ (1+5)}{750\ .\ 0{,}9} = 0{,}9 + 2{,}7 = 3{,}6\ kg$$

Anotların doğru miktarları ilgili alanlara yerleştirilmelidir.

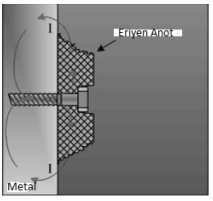
Anotların önerilen değiştirilme zamanları, hacimlerinin yarıya indiği durumdur. Bu nedenle, örneğin yukarıdaki örnekte başlangıçta anotların gerekli kütlesi 6 ila 7 kg'dır.

**Anotların yeri ve yerleştirilmesi**

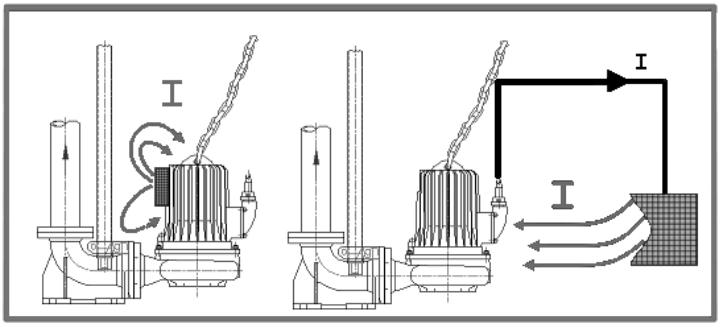
Dalgıç pompalarda anotlar, pompanın dışına olduğu kadar içine de yerleştirilmelidir. Anotların pompaların içine yerleştirilememesi durumunda, mümkün olabildiğince girişine (emmesine) yakın bir yere yerleştirilmelidir. Anodun su hızının düşük olduğu bölgelere yerleştirilmesine dikkat edilmelidir aksi takdirde erozyon aşınmasına maruz kalabilir.

*Eriyen anotlar pompanın girişine yerleştirilmiştir.*

Anotlar koruma altındaki metal ile elektriksel temas halinde olmalıdırlar. Akım anottan suya sonra da koruma altındaki metale ve sonrasında metalin içinden geçerek tekrar anoda doğru akmalıdır.




Tercih edilmesine rağmen anotların koruma altındaki metale doğrudan bağlanmasına gerek yoktur. Akımı iletecek bir tel parçası ile ya da çelik bir şerit ile de bağlanabilir.



Pompanın tüm parçalarına istenen akım dağılımını sağlamak için, birden fazla anot kullanılabilir. Köşeler, bölmeler, çıkıntılar iyi akım dağılımını negatif etkiler.

Çinko anot şekilleri

**Boyama**

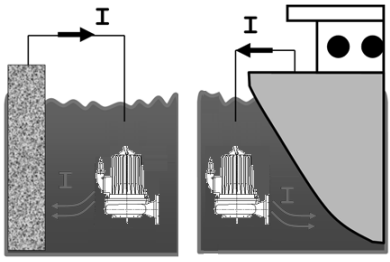
Farklı organik kaplamalar katodik koruma ile birlikte uygulanabilir. En tercih edileni epoksi kaplamadır. Kumlanmış dökme demir ve çelik yüzeylerin boyanması kolaydır. Paslanmaz çelik ve alüminyum yüzeylerin boyanması daha zor olup özel işlem gerektirirler

Eriyen anotlar, boyanın kalktığı ve hasar gördüğü metal yüzeylerini korozyondan koruyacaktır. Çinko anotlar boyanmamalıdır zira boya kaplaması onların koruma özelliğini yok edecektir. Çinko anotlar aynı zamanda elektriksel olarak boya üzerinden metale temas etmelidirler.

**Anot erimesi – tükenmesi-**

Anotlar düzenli biçimde ve sıklıkla kontrol edilmelidir. Bu sayede tükenme hızları belirlenerek değiştirilme zamanları tahmin edilebilir. Anotlar kütlelerinin %70 ini kaybettikleri zaman mutlaka değiştirilmelidir.

Anotların erime miktarı ve hızı, tuzluluk, oksijen içeriği, pH, sıcaklık, su hızı vb. gibi pek çok parametreye bağlı olup bunlardan çok daha fazla etkili olanı korunacak alanın büyüklüğüdür. Dışta yer alan boyanmamış metal yapılar da anotların erimesinde çok etkili olabilirler. Deniz suyundaki anotların kullanım ömrünün tahmini bu nedenle zor olabilir. Yeni kullanıma başlama durumlarında, anotlar tükenme hızını tahmin etme amacıyla bir ay, iki ay ve altı ay aralıklarla izlenmelidir.




*Demir içeren beton duvar ve geminin alüminyum pompa üzerindeki güçlü galvanik etkisi*

Anotta beklenmeyen miktarda bir erimenin gözlenmesi durumunda, aşağıdaki etkilerin olabileceği hususu değerlendirilmelidir:

- Yakın çevredeki  büyük çelik malzemelerle (temel kazıkları vb) elektriksel temas
- Pompanın topraklamasının doğru yapılmaması
- Diğer bir akım kaynağından kaçak akım
- Çok düşük ya da yüksek pH

**Kaynakça;** http://xapps.xyleminc.com/Crest.Grindex/help/grindex/contents/CathodicProtection.htm

# BÖLÜM 17

## POMPA İLE İLGİLİ STANDARTLAR

### 17.1 AT standartları

Norm pompa standartları (DIN 24255) EN 733 ve EN 22858
Kabul testleri standartları ISO 9906
Balans standartarı ISO 1949
Salmastra standarları  EN 12756 (DIN 24250)
DIN 24260 pump installations
DIN 1944
Pompa gövde ve çark malzemeleri ile ilgili standartlar
Flanş Standartları
Bağlantı Boruları Standartları
Gürültü ölçümü standartları
Debi ölçümü standartları

### 17.2 CE işareti (Güvenlik tedbirleri

## GİRİŞ

Avrupa Birliği teknik mevzuatı uyum çalışmaları doğrultusunda 29 Nisan 1997 tarihinde yayınlanan Bakanlar Kurulu Kararı ile hangi bakanlığın ya da kamu kuruluşunun hangi konularda uyum çalışmalarını yürüteceği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde söz konusu kuruluşlar kendi sorumluluk sahalarına giren konulardaki teknik mevzuat uyum çalışmalarını büyük oranda tamamlamışlardır.

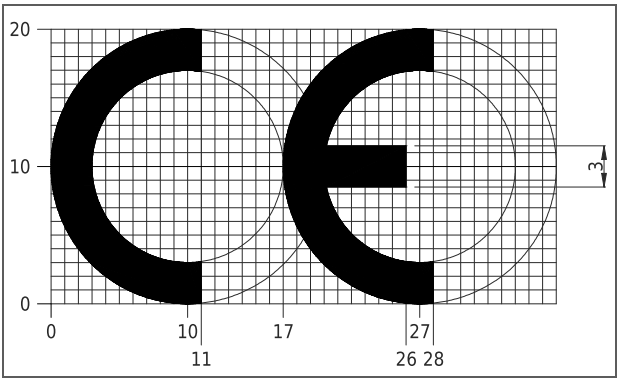
CE işareti ile ilgili direktiflerin ülkemizde yönetmelikler olarak yürürlüğe girmesiyle, söz konusu yönetmelikler kapsamına giren gerek ithal edilen ve gerekse Türkiye'de imal edilen mamullerin CE işareti taşımadan Türkiye'de piyasaya arzı mümkün olmayacaktır.

## CE İŞARETİ

CE işareti, üzerine iliştirildiği mamulün insan, hayvan ve çevre açısından sağlıklı ve güvenli olduğunu gösteren Avrupa Birliği'nin Yeni Yaklaşım Direktiflerine uygunluk işaretidir. Bununla ilgili kriterler ise Avrupa Birliği (AB)'nin Yeni Yaklaşım Direktiflerinde öngörülmektedir. Şu an sayısı 20 olan Yeni Yaklaşım Direktiflerinden biri veya bir kaçının kapsamına giren bir mamulün CE işareti taşımadan AB pazarına girebilmesi mümkün değildir. Yeni Yaklaşım Direktiflerine uygunluğu kanıtlamada imalatçıların direktiflerle alakalı kılınan AB'nin harmonize standardlarına uygun üretim yapmalarının büyük önemi bulunmaktadır.

CE işareti tek başına bir kalite markası veya ürün markası değildir. Dolayısıyla TSE, VDE, TÜV, GS gibi markaların yerine kullanılamaz. Yeni Yaklaşım Direktiflerinde öngörülen temel gereklere, dolayısıyla mamulün emniyet/güvenlik kriterlerine uygunluğunu gösteren CE işareti, aynı zamanda o mamulün performans özelliklerini gösteren ve yukarıda örnekleri verilen ürün belgelendirme markaları ile birlikte kullanılmaktadır.

“CE” uygunluk işareti aşağıda gösterildiği şekildedir. Boyut olarak en az 5 mm yüksekliğinde olmalıdır. CE işareti mutlaka mamulün üzerinde, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise ambalajında yer almalıdır.




## TEKNİK DOSYA

İmalatçı ürünü ile ilgili daha önce bahsedilen tüm işlemlerden sonra teknik dosyayı hazırlamakla yükümlüdür. Hazırlanan teknik dosyanın bir kopyası, imalatçının kendisinde, bir kopyası da ithalatçısında ya da o ülkedeki yerleşik yetkili temsilcisinde kamu otoriteleri tarafından istenildiğinde ibraz edilmek üzere hazır bulundurulmalıdır.

CE işareti ile ilgili Teknik Dosyalarda AB Yeni Yaklaşım Direktiflerinde öngörülen belgeler, deney raporları ve diğer bazı dokümanlar aranır. Teknik Dosya içerisinde bulunması önerilen dokümanlar aşağıda verilmektedir.

1. Mamule ait genel bir tanımlama,
2. Tasarım ve imalata ait çizimler, komponentlerin, parçaların, devrelerin, vb. şemalar ve çalışma prosedürü ile ilgili bilgiler,
3. Mamulün üretiminde kullanılan standardların bir listesi,
4. Standardların uygulanmadığı durumlarda ise ilgili direktiflerce öngörülen temel emniyet/güvenlik gereklerine uyum için kabul edilen çözümler,
5. Tasarım sonuçları vb.
6. Deney belge ve raporları,
7. AB Tip İnceleme Belgesi,
8. Kalite Güvence Sistem Belgesi,
9. Uygunluk Beyanı.

Söz konusu belgeler direktiften direktife farklılık gösterebilir. Bu durum imalatçının direktifler çerçevesinde CE işareti ile ilgili seçtiği Modüle göre de değişebilir.

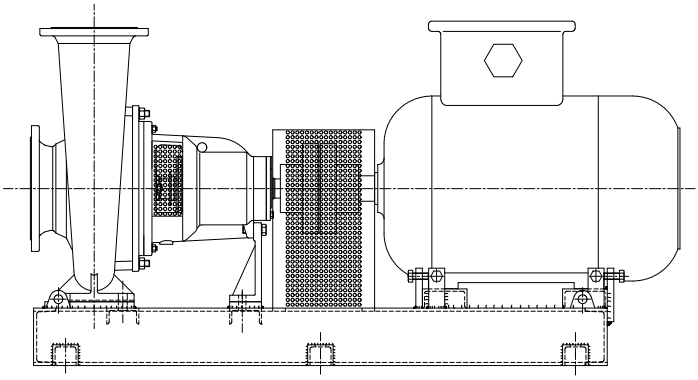
## HARMONİZE STANDARDLAR

Harmonize Standard; Avrupa Birliği Standardizasyon Kuruluşları CEN, CENELEC ve ETSI tarafından hazırlanan ve üye kuruluşlarca üzerinde mutabık kalınan Avrupa Standardlarıdır (EN, HD).

## UYGUNLUK BEYANI

Uygunluk Beyanını imalatçının kendisi düzenler. Uygunluk Beyanı imalatçının, mamulü ile ilgili olan direktif gereklerine uygun üretim yaptığının bir beyanıdır. Bu durum İmalatçı Uygunluk Beyanında mamulle uygunluğu alakalı AB direktif ve standardlarına dair bilgiler yer almalıdır. Bunun yanında uygunluğu beyan edilen mamullerin tip ve model numaraları mutlaka belirtilmelidir.

Uygunluk Beyanının altında beyanı dolduran yetkili kişinin açık adı ve imzası, beyanın düzenlendiği yer ve tarih bilgilerine yer verilmelidir. Uygunluk Beyanı mamulün piyasaya arzından önce Teknik Dosya ile birlikte hazır bulundurulmalıdır.



*Şekil 17.1*

BUREAU VERITAS

CE

## Energy & Process

# CERTIFICATE OF ATTESTATION

B.V. Job Ref: IDD.059.05.D21

Project/Installation: Türbosan's Consultancy Of 98/37/EC Machinery Directive and 73/23/EEC LVD Directive For Horizantal and Vertical Clean and Waste Water Pumps / Yatay ve Düşey Milli Temiz ve Pis Su Pompaları için 98/37/EC Makina Direktifi ve 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifine Göre CE Markalama İçin Yapılan Danışmanlık

B.V . No: TUR_5507

Inspection ordered to B.V. by (1): Ref.of the Order to B.V.: IDD.059.05.D21
Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş.

Supplier: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş. Sub-supplier, if any: NIL
Copies to: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş., BV Master File

(1) the addressee of the original of this report ;

**Description of the Supply / Subject of inspection:**
Consultancy Of 98/37/EC Machinery Directive and 73/23/EEC LVD Directive For Same As Declaration Of Conformity's Trade Mark / Üreticinin uygunluk deklarasyonunda belirtilen 98/37/EC Makina Direktifi ve 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifi gerekliliklerine uygunluğun sağlanmasına yönelik teknik danışmanlık :

Pump Types / Pompa Tipleri : Horizantal and Vertical Clean and Waste Water Pumps / Yatay ve Düşey Milli Temiz ve Pis Su Pompaları : NORM, ÇEP, KOT/KAT/YKP, ÇAP, KAÇ, TÜR-TRY , HDI , TÜR – Y/S , PROSES,EKS – E/K

This report covers the whole of the supply: x oYES (no more inspection planned) NO (part of the supply still to be inspected)

**Scope of the B.V. Survey:**
Consultancy of Preparing Technical File, Reviewing Test Reports and Application and Settlement Of CE Directive's Rules / Teknik Dosya hazırlanmasına danışmanlık, Test Raporlarının İncelenmesi ve CE markalama direktifi kurallarının uygulanmasının sağlanması

**This supply complies with the following applicable document (s):** (4)
BV Rules / BV Kuralları
98/37/EC Machinery Directive / 98/37/EC Makina Direktifi
73/23/EEC LVD Directive / 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifi
EN 292-1, EN 292-2, EN 1050, EN 12162, EN 23661, EN 25199, EN 9905, EN 9906, EN 9908, EN 12873, EN 809, EN 12639, EN 294, EN 349, EN 733, EN 20858, EN 12576

(2) and only for parts of the document(s) which concern the certification or the relevant service provided by Bureau Veritas.

List of enclosures: NIL
(or reference to enclosed list)
The report is valid together with enclosures (if listed). Only pages of enclosures (or parts of pages) which are signed/stamped, are considered as part of this report.

Marking and Stamping on the items: CE Marking / CE Markalama
Particulars or comments: THE UNDERSIGNED REPORT THAT IS ABOVE MENTIONED SUPPLY WAS INSPECTED IN CONFORMITY WITH 98/37/EC MACHINERY DIRECTIVE AND 73/23/EEC LVD DIRECTIVE.

Date of Issuance: 23.06.2005

Issued by:
Name: Bülent SÜZER
Sign:

Validated by:
Name: Yakup UÇAR
Sign:

Location of inspection: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş. / İSTANBUL

This report is delivered within the Scope of the General Conditions of Services of Bureau Veritas

This report is issued further to an inspection whose duration and scope were limited by the terms and conditions of the contract with BV principal.
This report is NOT an indication that the item(s) is (are) fit for any specific purpose and does not release the manufacturer, supplier and any party from their respective duty, guarantee, obligation and/or indemnity relating to, without limitation, patents, workmanship, materials, safety, performance in operation and/or reliability.

BUREAU VERITAS

CE

Energy & Process

CERTIFICATE OF ATTESTATION

B.V. Job Ref: IDD.059.05.D21

Project/Installation: Türbosan's Consultancy Of 98/37/EC Machinery Directive, 73/23/EEC LVD Directive and 89/336/EEC EMC Directive For Submersible Clean Water, Waste Water and Sewage Pumps / Dalgıç Temiz Su, Pis Su ve Kanalizasyon Pompaları için 98/37/CE Makina Direktifi, 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifi ve 89/336/EEC Elektromanyetik Uyumluluk Direktifine Göre CE Markalama İçin Yapılan Danışmanlık

B.V . No: TUR_5443

Inspection ordered to B.V. by (1): Ref.of the Order to B.V.: IDD.059.05.D21
Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş.

Supplier: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş. Sub-supplier, if any: NIL
Copies to: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş., BV Master File

(1) the addressee of the original of this report ;

**Description of the Supply / Subject of inspection:**
Consultancy Of 98/37/CE Machinery Directive, 73/23/EEC LVD Directive and 89/336/EEC EMC Directive For Same As Declaration Of Conformity's Trade Mark / Üreticinin uygunluk deklarasyonunda belirtilen 98/37/CE Makina Direktifi, 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifi ve 89/336/EEC Elektromanyetik Uyumluluk Direktifi gerekliliklerine uygunluğun sağlanmasına yönelik teknik danışmanlık :

Pump Types / Pompa Tipleri : Submersible Clean Water, Waste Water and Sewage Pumps / Dalgıç Temiz Su, Pis Su ve Kanalizasyon Pompaları : DAS, PARPO, DAÇ, DAÇ-E/K, DAP

This report covers the whole of the supply: x oYES (no more inspection planned) NO (part of the supply still to be inspected)

**Scope of the B.V. Survey:**
Consultancy of Preparing Technical File, Reviewing Test Reports and Application and Settlement Of CE Directive's Rules / Teknik Dosya hazırlanmasına danışmanlık, Test Raporlarının İncelenmesi ve CE markalama direktifi kurallarının uygulanmasının sağlanması

**This supply complies with the following applicable document (s):** (4)
BV Rules / BV Kuralları
98/37/CE Machinery Directive / 98/37/CE Makina Direktifi
73/23/EEC LVD Directive / 73/23/EEC Alçak Gerilim Direktifi
89/336/EEC EMC Directive / 89/336/EEC Elektromanyetik Uyumluluk Direktifi
EN 292-1, EN 292-2, EN 1050, EN 12162, EN 23661, EN 25199, EN 9905 EN 9906, EN 9908, EN 60034-9, EN 60529, EN 55011, EN 61000-6-4, EN 61000-3-2

(2) and only for parts of the document(s) which concern the certification or the relevant service provided by Bureau Veritas.

List of enclosures: NIL
(or reference to enclosed list)
The report is valid together with enclosures (if listed). Only pages of enclosures (or pars of pages) which are signed/stamped, are considered as part of this report.

Marking and Stamping on the items: CE Marking / CE Markalama
Particulars or comments: THE UNDERSIGNED REPORT THAT IS ABOVE MENTIONED SUPPLY WAS INSPECTED IN CONFORMITY WITH 98/37/CE MACHINERY DIRECTIVE AND 73/23/EEC LVD DIRECTIVE.

Date of Issuance: 23.06.2005

Issued by:
Name: Bülent SÜZER
Sign:

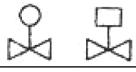
Validated by:
Name: Yakup UÇAR
Sign:

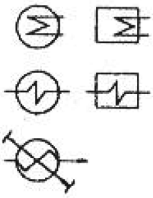
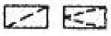
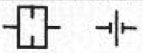
Location of inspection: Türbosan Türbomakinalar San. Ve Tic. A.Ş. / İSTANBUL

This report is delivered within the Scope of the General Conditions of Services of Bureau Veritas

This report is issued further to an inspection whose duration and scope were limited by the terms and conditions of the contract with BV principal.
This report is NOT an indication that the item(s) is (are) fit for any specific purpose and does not release the manufacturer, supplier and any party from their respective duty, guarantee, obligaton and/or indemnity relating to, without limitation, patents, workmanship, materials, safety, performance in operation and/or reliability.

### 17.3 İşaret ve semboller

| SEMBOL | AÇIKLAMA | SEMBOL | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|
| | Flanşlı boru | | Otomatik basınç kontrol vanası |
| | 90° Flanşlı dirsek | | Emniyet ventili |
| | 45° Flanşlı dirsek | | Karşı ağırlıklı emniyet ventili |
| | Flanşlı tapa | | Çekvalf genel |
| | Flanşlı kapak | | Çalpara tipi çekvalf |
| | Flanşlı redüksiyon | | Düz tablalı çekvalf |
| | Flanşlı eksantrik redüksiyon | | Köşe tipi tablalı çekvalf |
| | Flanşlı T dirsek | | Bilyeli çekvalf |
| | 90° Flanşlı ayaklı dirsek | | Dip klapesi |
| | Y boru | | Basınç ölçer |
|  | Flanş | | Debi ölçer |
| | Kompansatörler genel | | Sıcaklık ölçer |
| | U kompansatör | | Sıcaklık ölçme noktası |
| | Çift ofset kompansatör | | Hız ölçer |
| | Körüklü kompansatör | | Titreşim ölçer |
| | Vanalar genel | | Pompa genel |
| | Çekvana | | Santrifüj pompa |
| | Sürgülü vana | | Dişli pompa |
| | Kelebek vana | | Yüksek basınç pompası |
| | Debi veya basınç ayar vanası | | Vakum pompası, kompresör |
| | Selenoid valf | | Değişken debili kompresör, vakum pompası |
|  | Motorlu vana | | Elektrirk motoru genel |

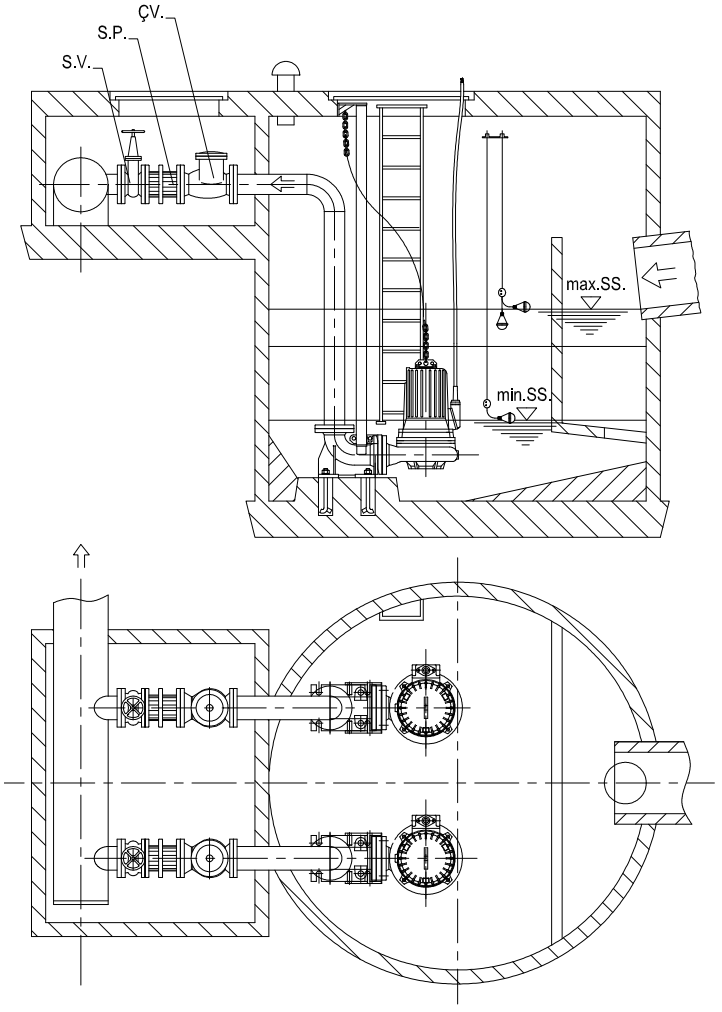
| SEMBOL | AÇIKLAMA | SEMBOL | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|
| | Fark basınç kontrollu diyaframlı vana |  | Eşanjör |
| | Düz küresel vana |  | Süzgeç, filtre |
| | Köşe tipi küresel vana |  | Pislik tutucu |
| | Üç yollu küresel vana | | Tank |
| | Basınç düşürücü düz vana | | Diyaframlı tank |
| | Basınç düşürücü köşe tipi vana | | Serpantin |
| | Düz musluk | | Kondenstop |
| | Köşe tipi musluk | | Işıklı sinyal |
| | Üç yollu musluk | | Sesli sinyal |
| | Dört yollu musluk |  | Orifis |
| | | | Pürjör, havalandırma musluğu |

# BÖLÜM 18

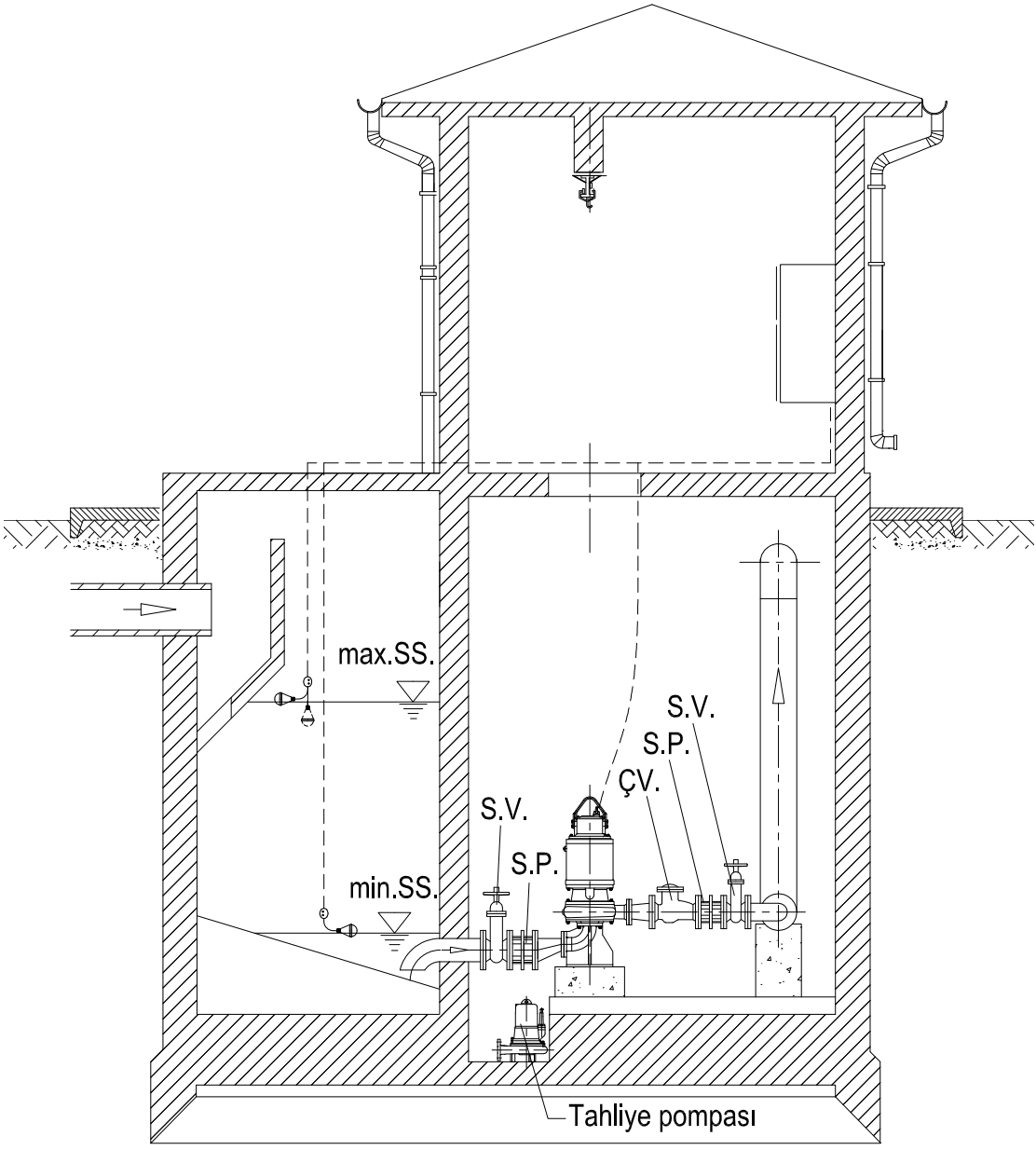
## POMPA TİP İSTASYONLARI

Çeşitli pompa istasyonlarının tip montaj projeleri aşağıdaki şekilde verilmektedir.

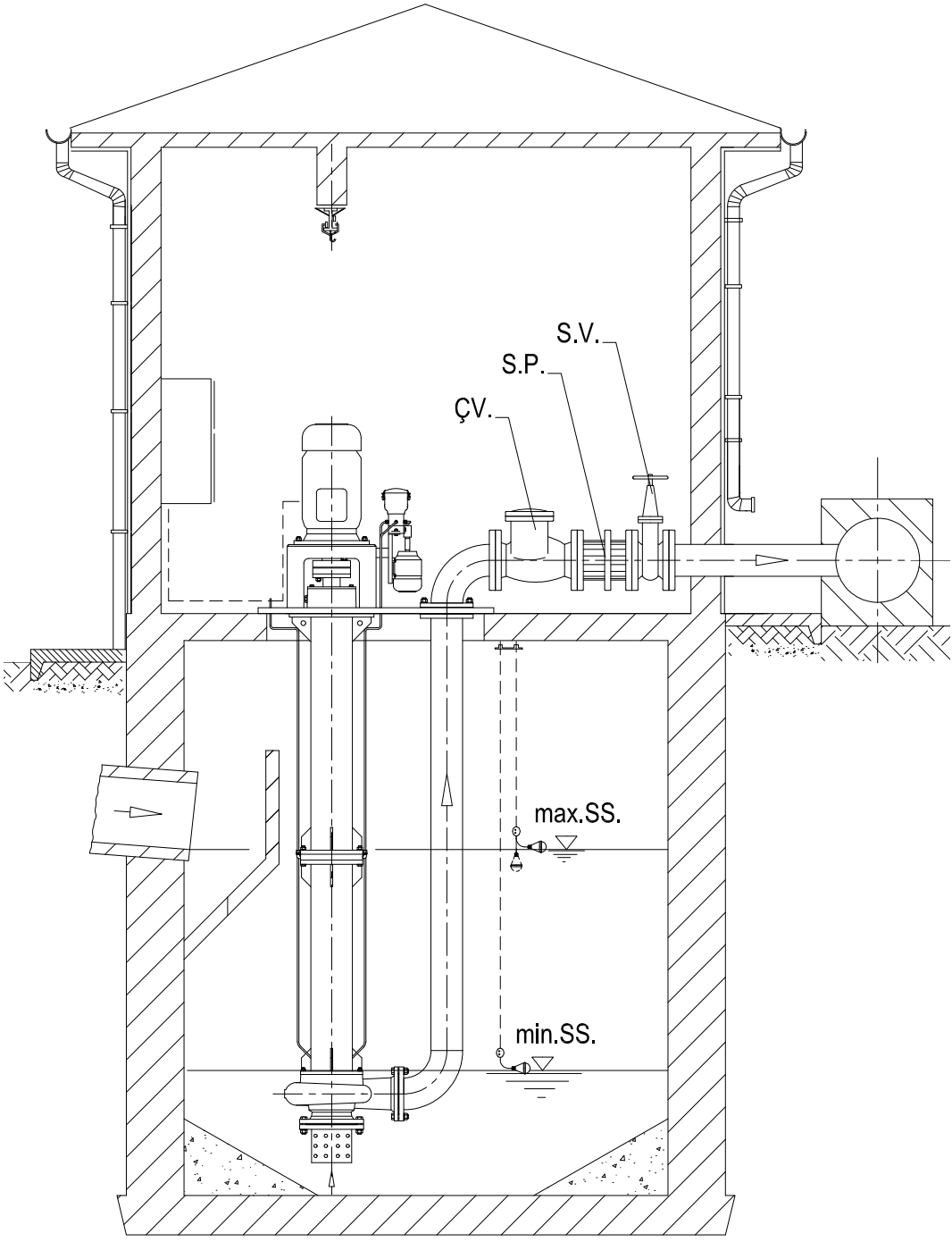
Şekillerde kullanılan kısaltmalar
K.V: Kelebek Vana,
S.V:Sürgülü Vana,
ÇV:Çekvalf,
S.P: Montaj ve Demontaj parçası, genleşme parçası
D.K: Dik konik
K.P: Eş eksenli konik parça
FV: Flap valf
biçimindedir.



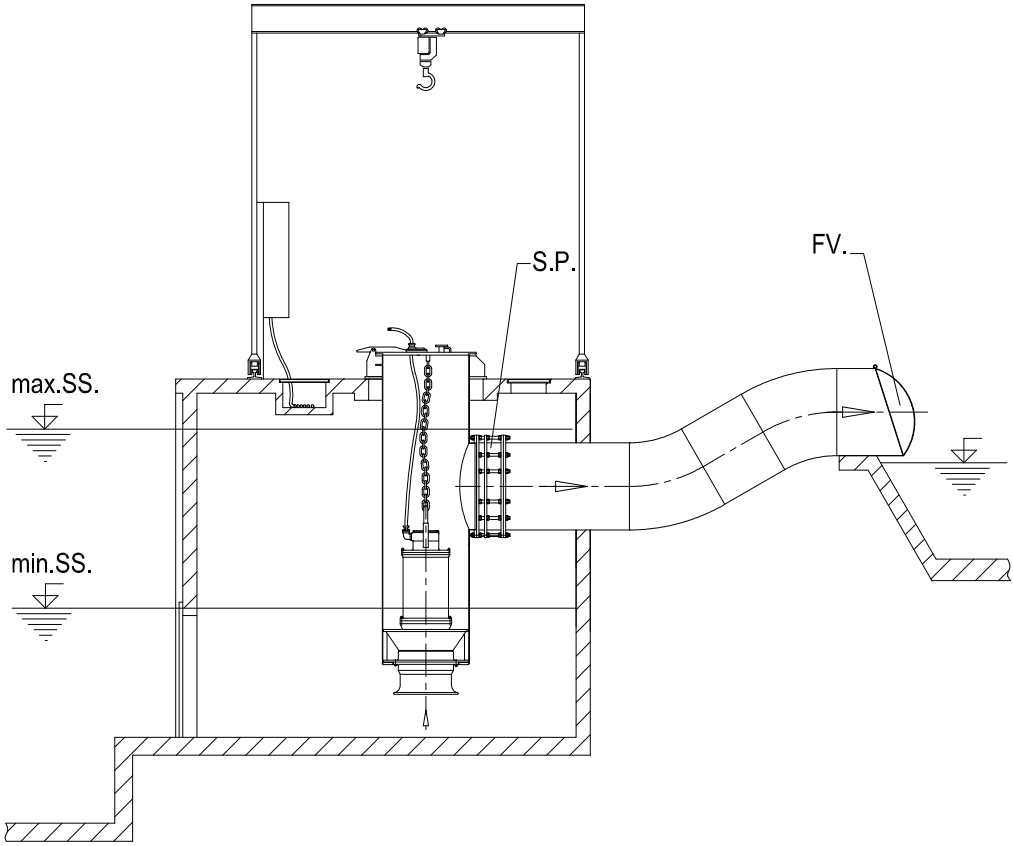

*Şekil 18.1 Yaş tip, Dalgıç (Türbosan Dac, Das), pompa istasyonu*



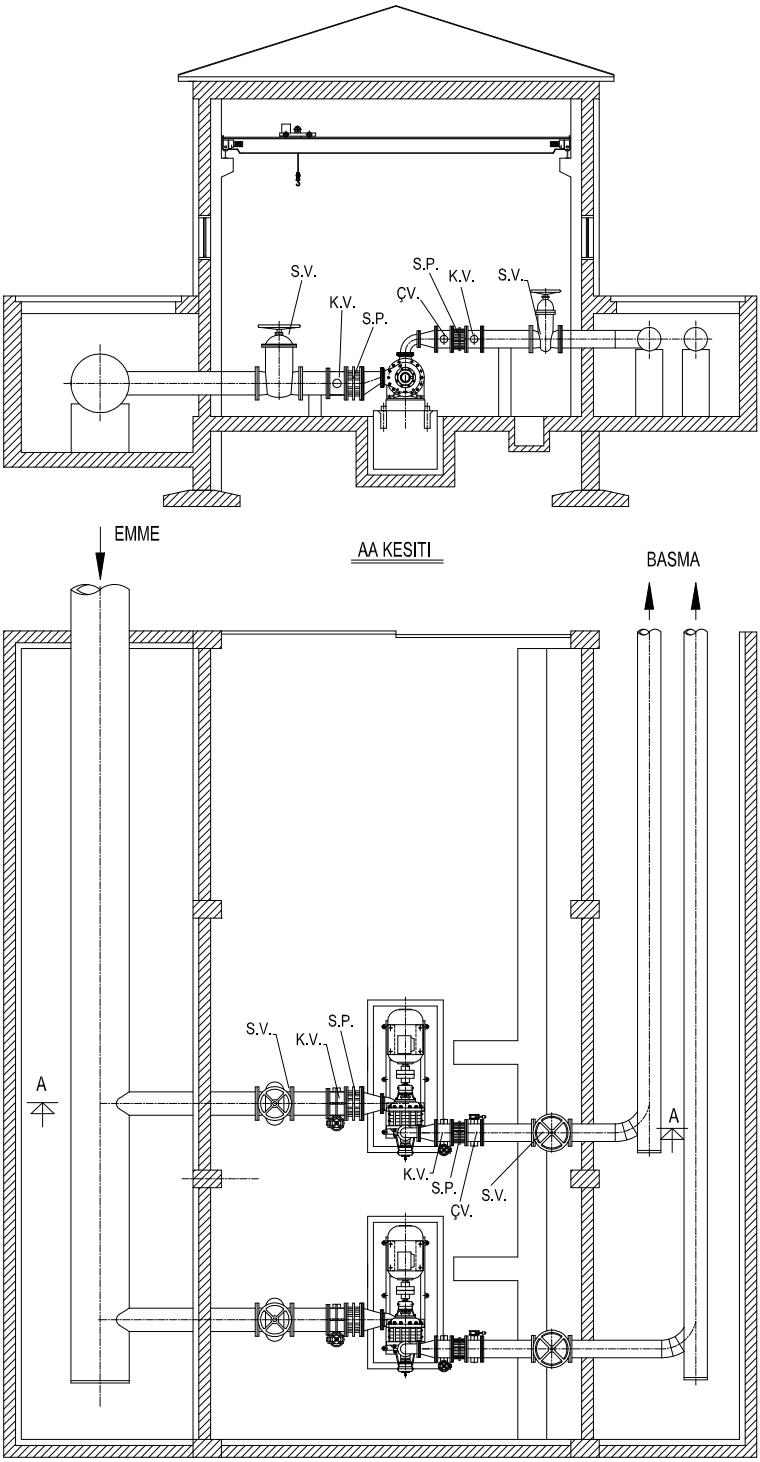

*Şekil 18.2 Kuru tip, Soğutma ceketli dalgıç (Türbosan Dac-SC), pompa istasyonu*



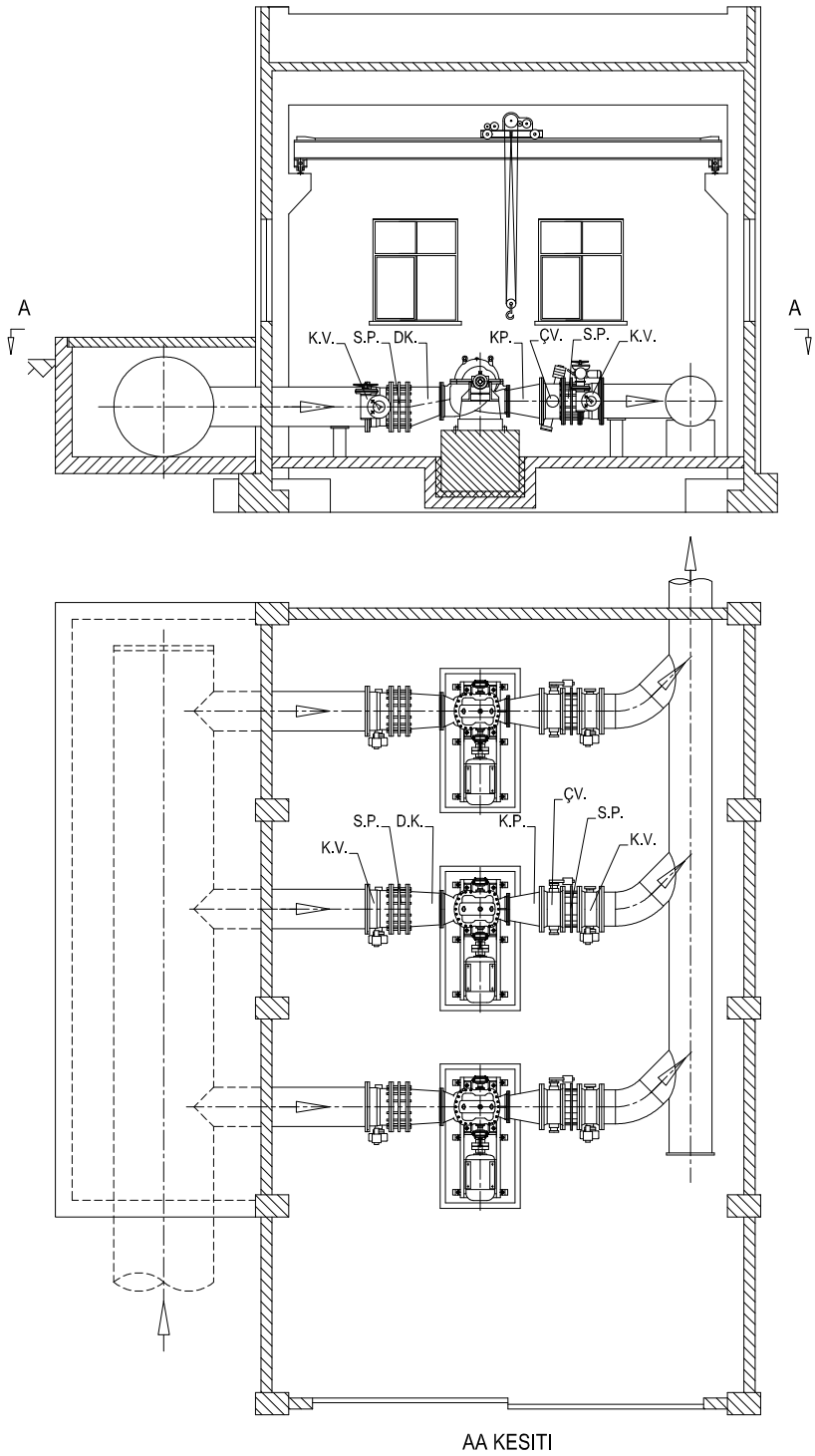

*Şekil 18.3 Yaş tip, Kolon borulu pissu (Türbosan Dac-VY), pompa istasyonu*



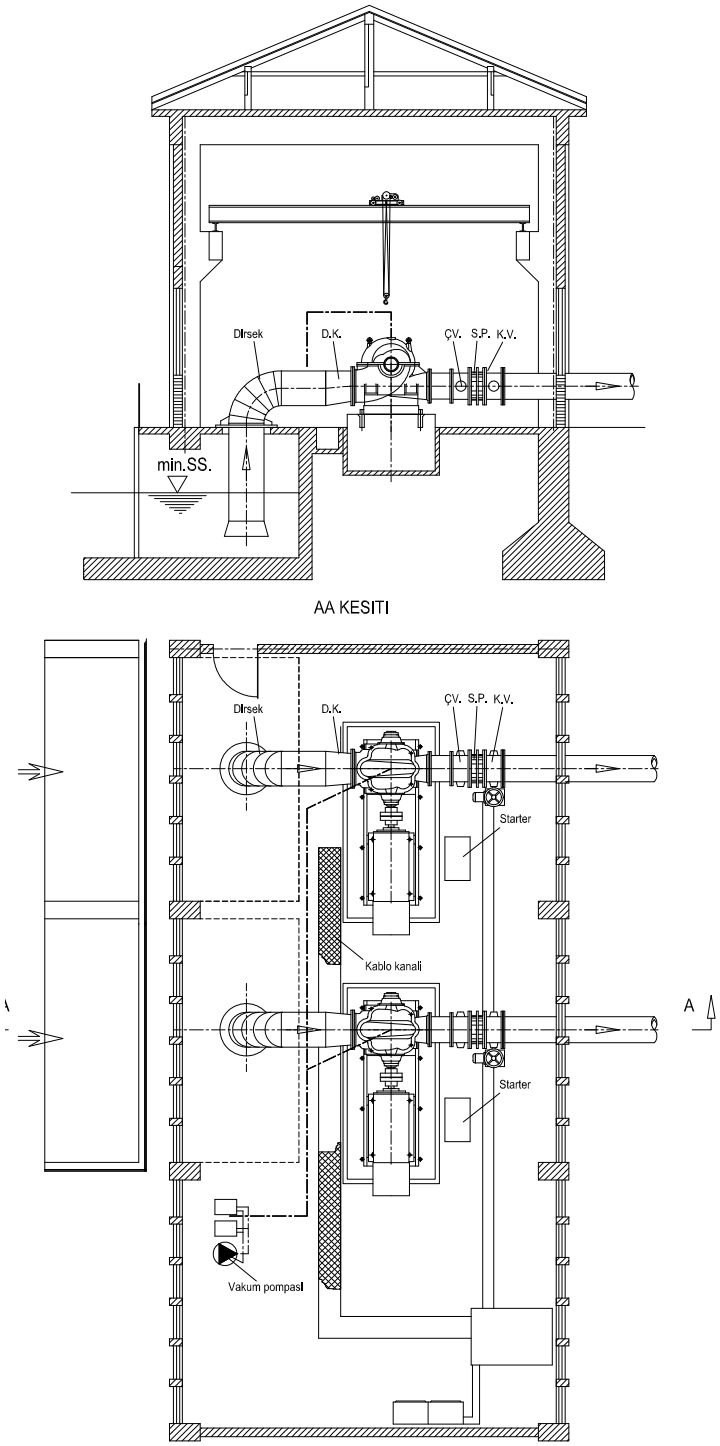

*Şekil 18.4 Yaş tip, Tüplü Dalgıç (Türbosan Dac, E/K), pompa istasyonu*



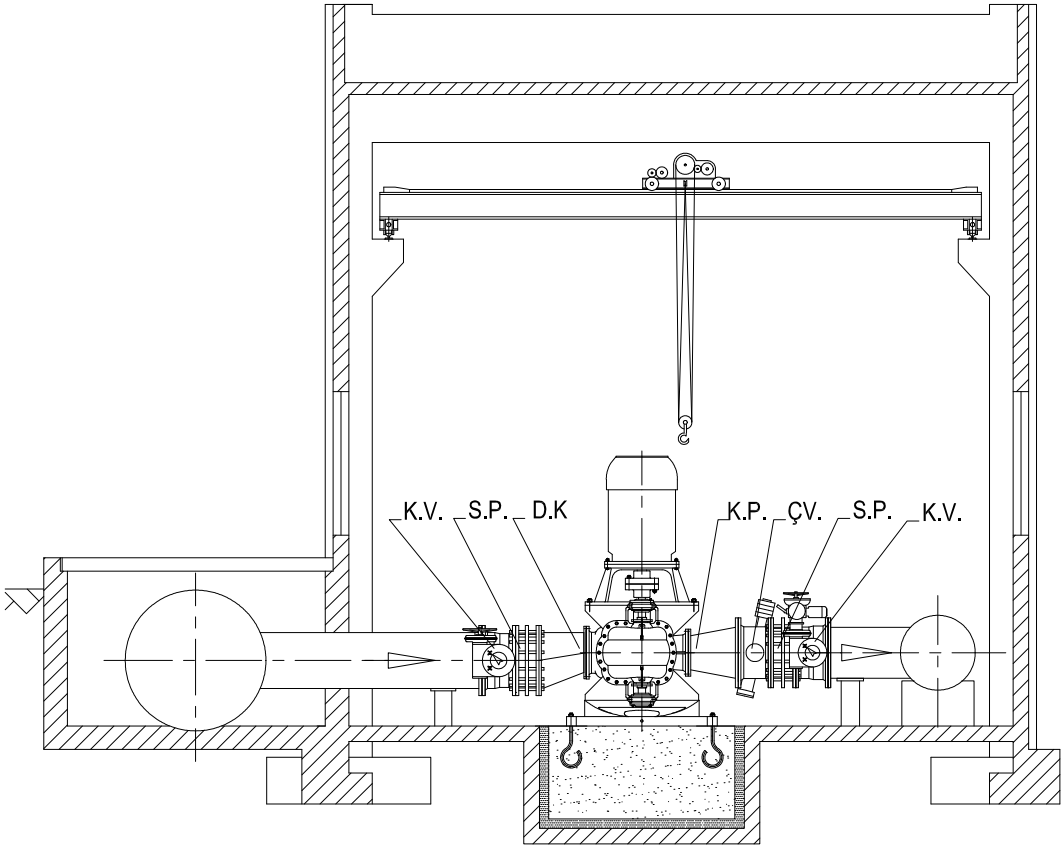

*Şekil 18.5 Kuru tip, Kademeli (Türbosan Kot, Kat), pompa istasyonu*



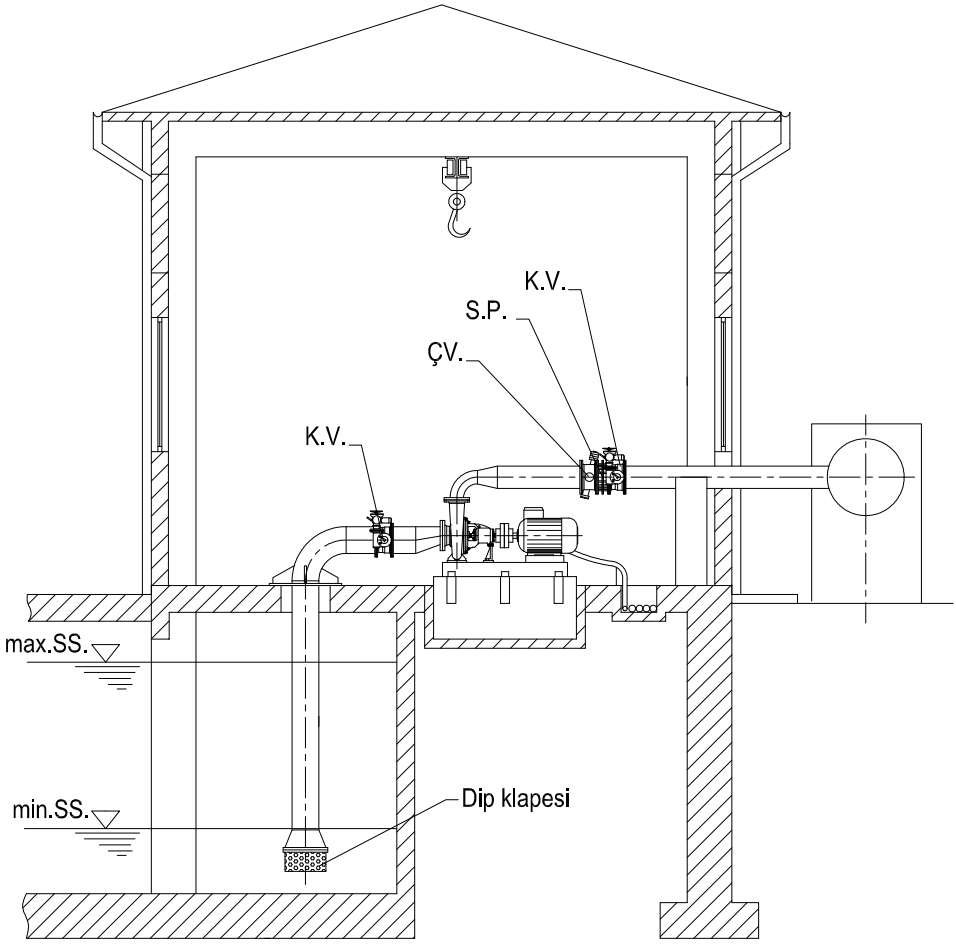

*Şekil 18.6 Kuru tip, Yatay milli çift emişli (Türbosan Dac, Das), pompa istasyonu*



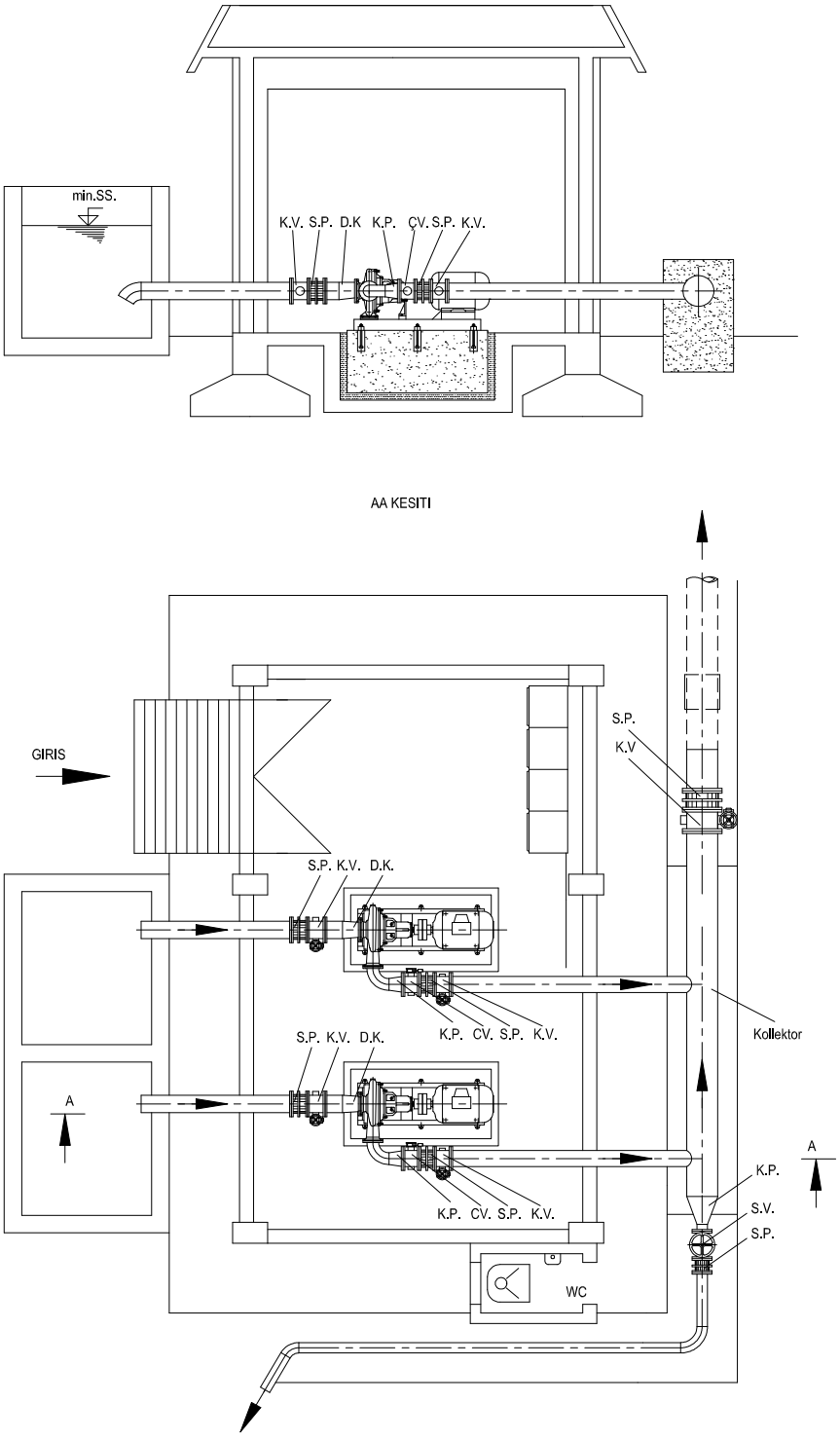

*Şekil 18.7 Kuru tip, Yatay milli çift emişli (Türbosan Çep), Vakum pompalı pompa istasyonu*



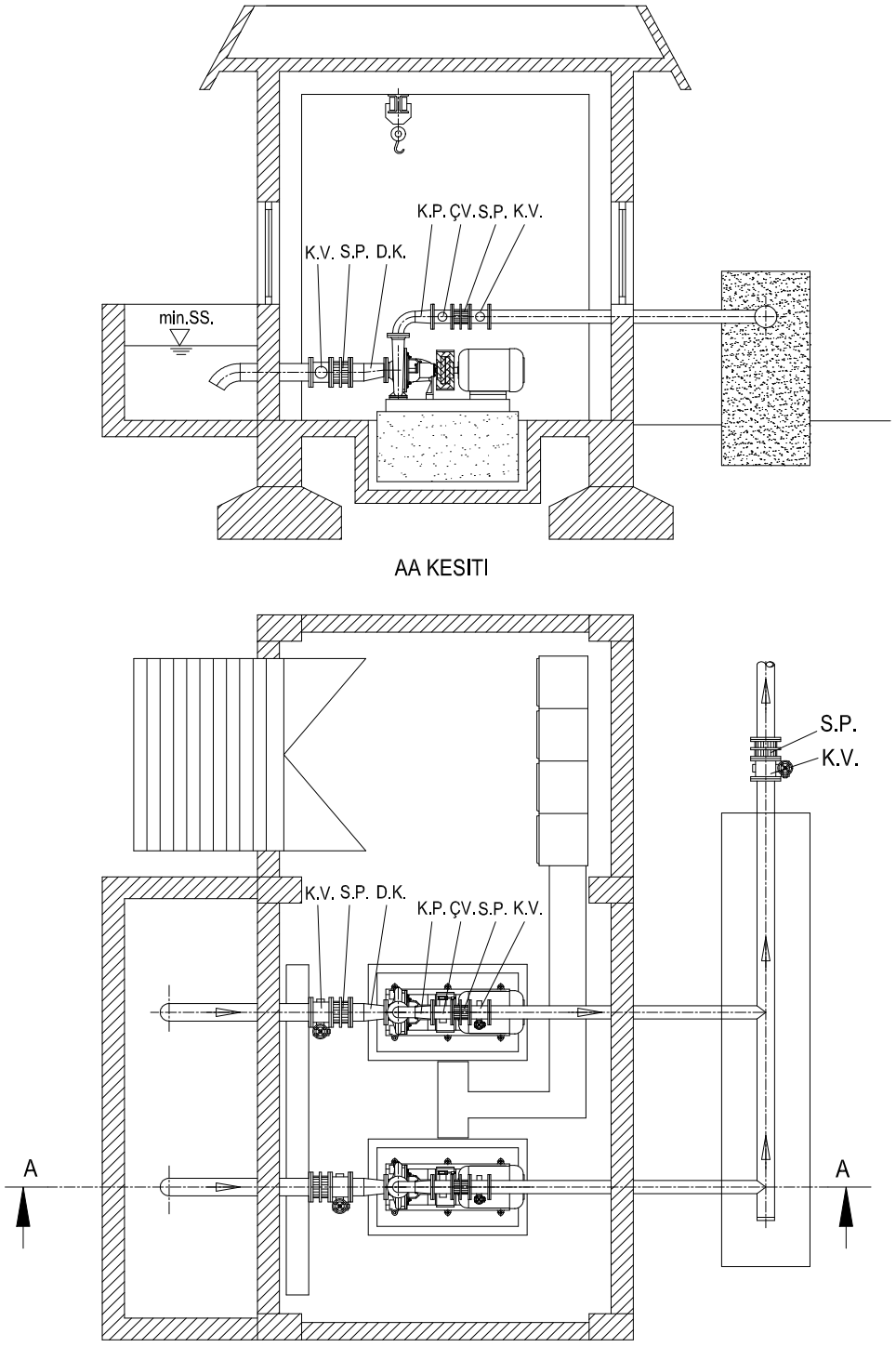

*Şekil 18.8 Kuru tip, Düşey milli çift emişli (Türbosan Çep-D) pompa istasyonu*



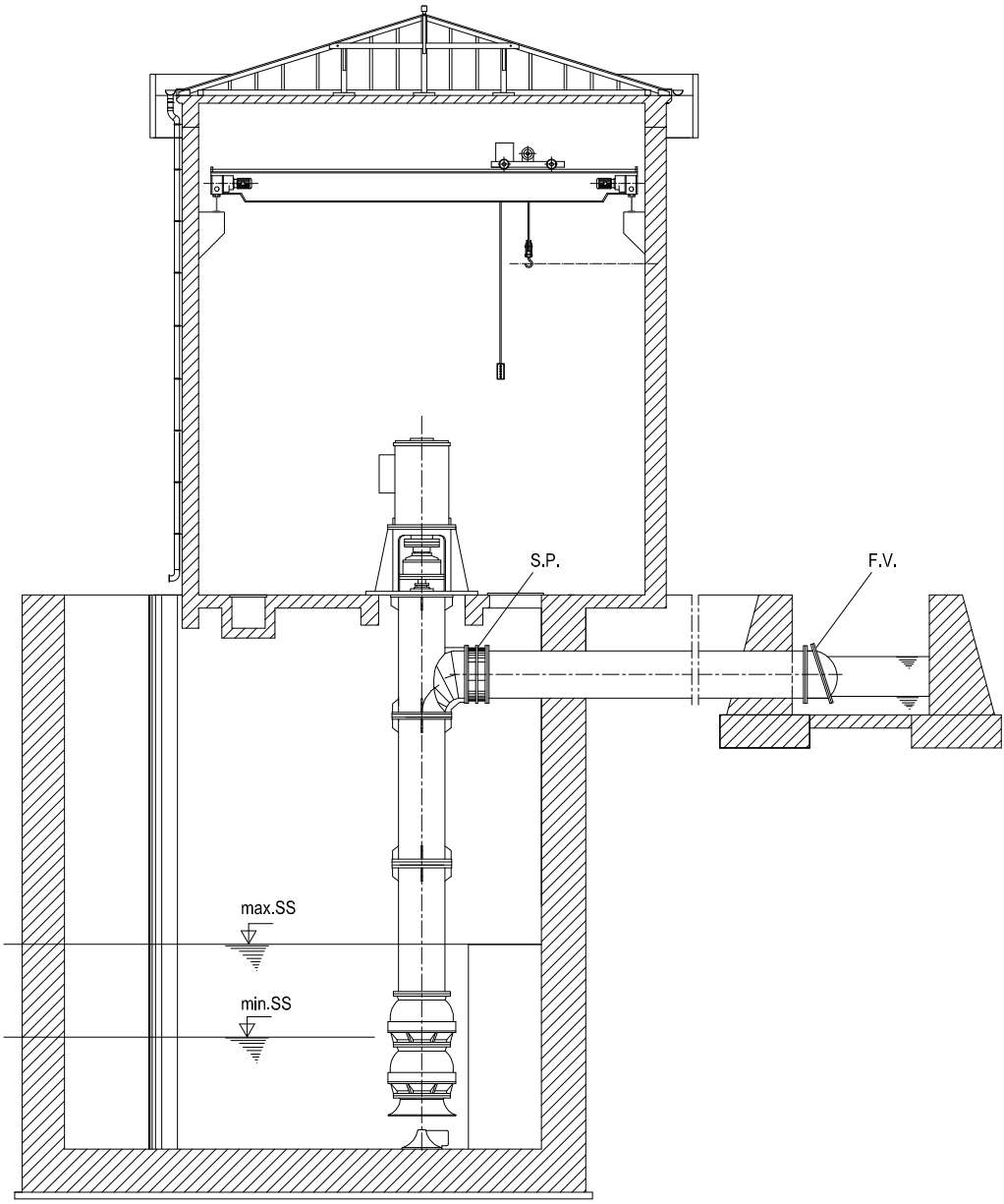

*Şekil 18.9 Kuru tip, Yatay milli santrifuj (Türbosan Norm) pompa istasyonu*



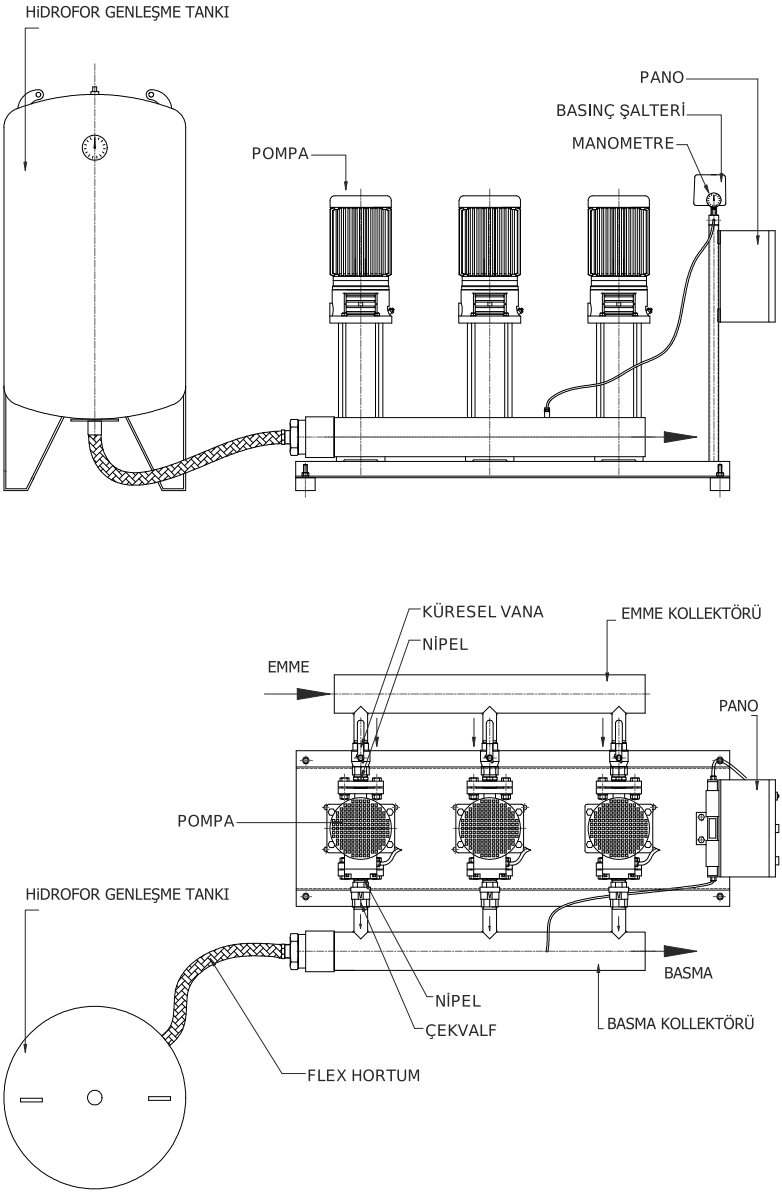

*Şekil 18.10 Kuru tip, Yatay milli santrifuj (Norm) pompa, emme depolu istasyonu*



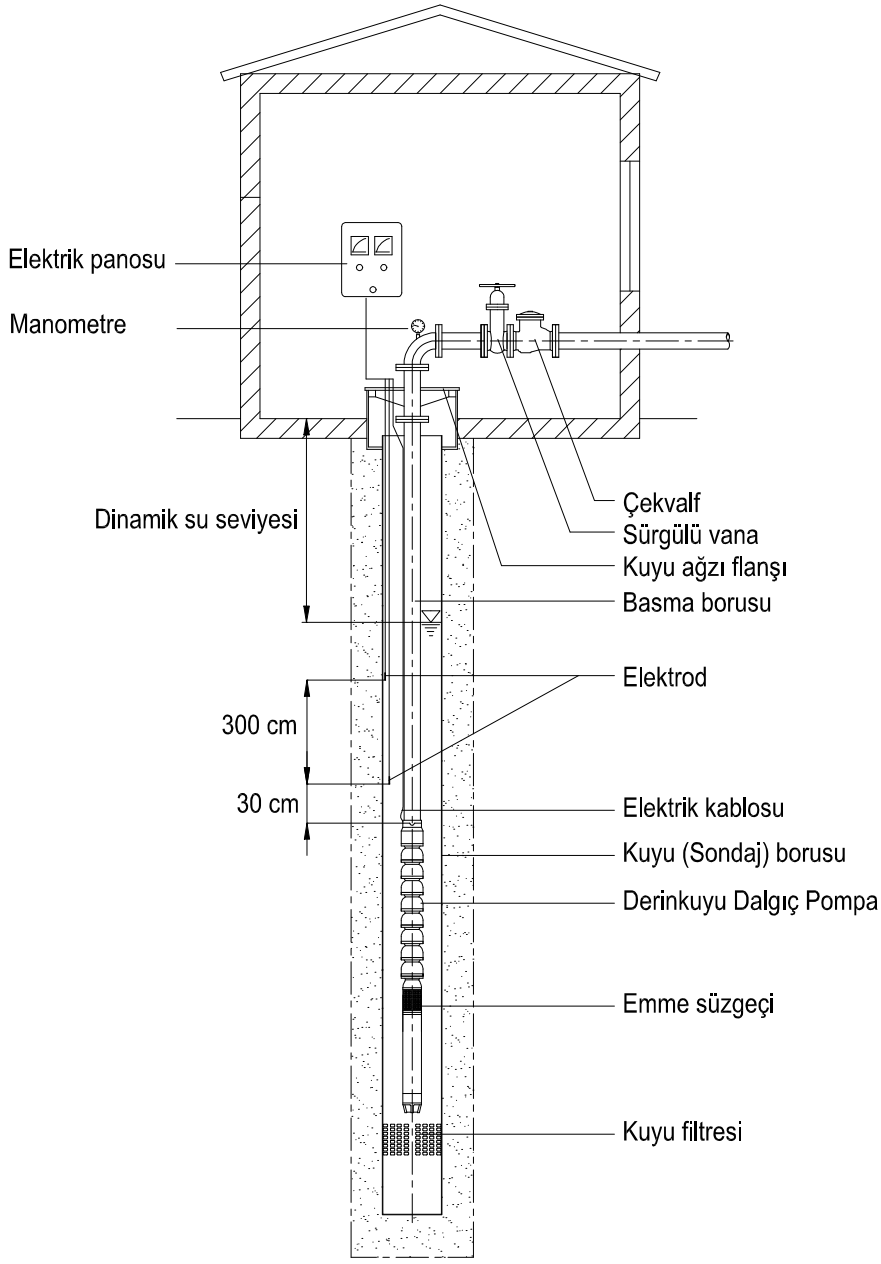

*Şekil 18.11 Kuru tip, Yatay milli santrifuj (Norm) pompa, emme depolu istasyonu*




*Şekil 18.12 Eksenel, Kuru tip, Düşey milli (Türbosan EKS) pompa tesisi*

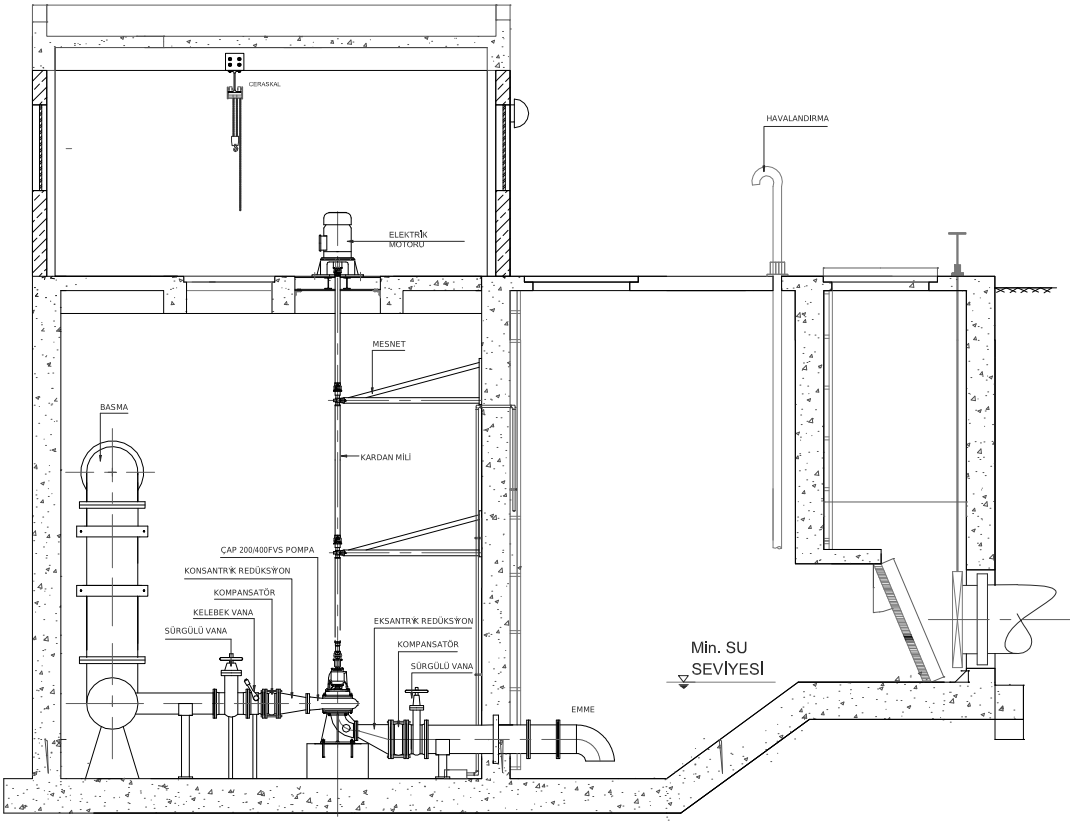



*Şekil 18.13 Türbosan (3 pompalı) Hidrofor pompa tesisi*

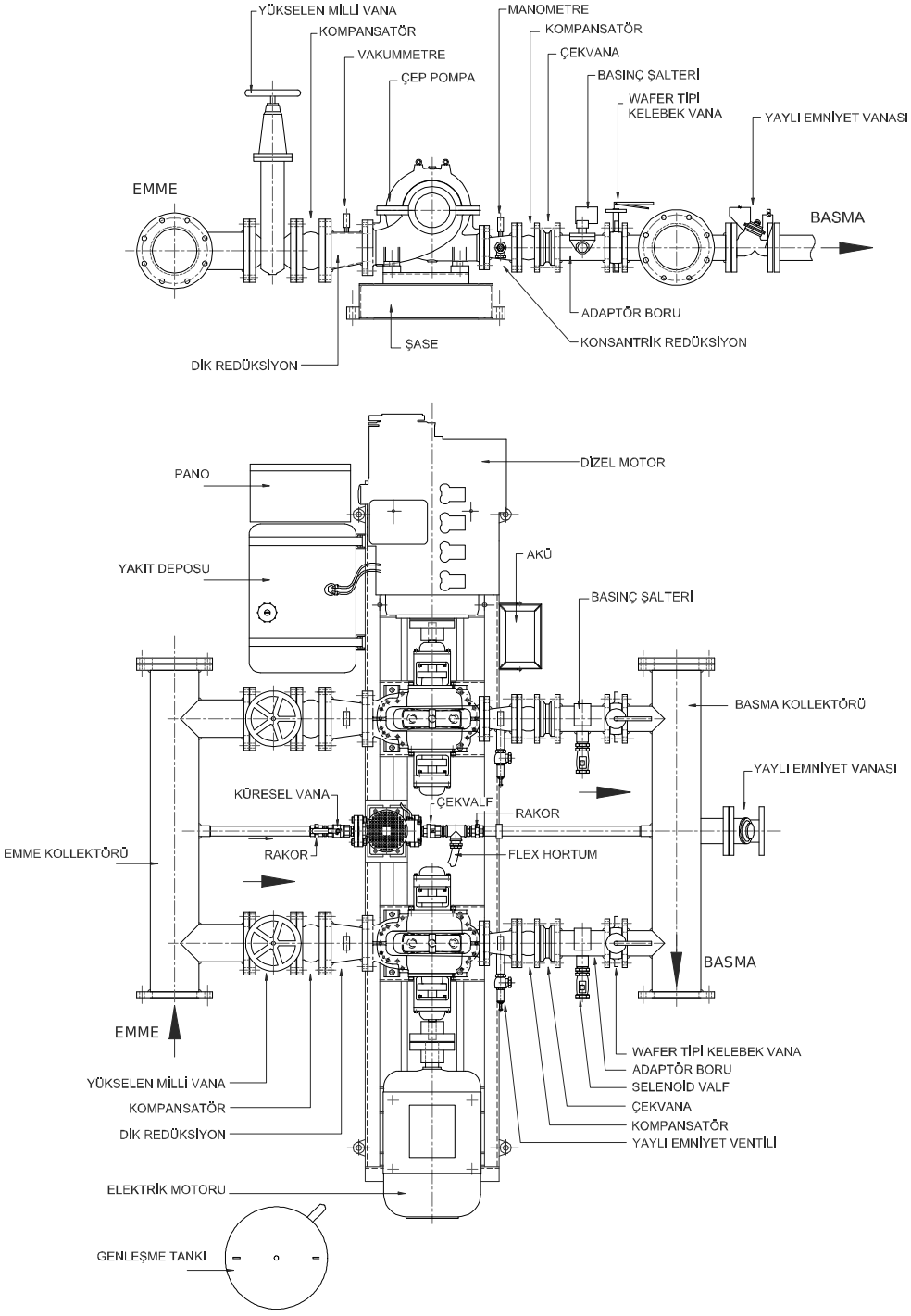



*Şekil 18.14 Yaş tip, Dik milli derinkuyu dalgıç pompa istasyonu*

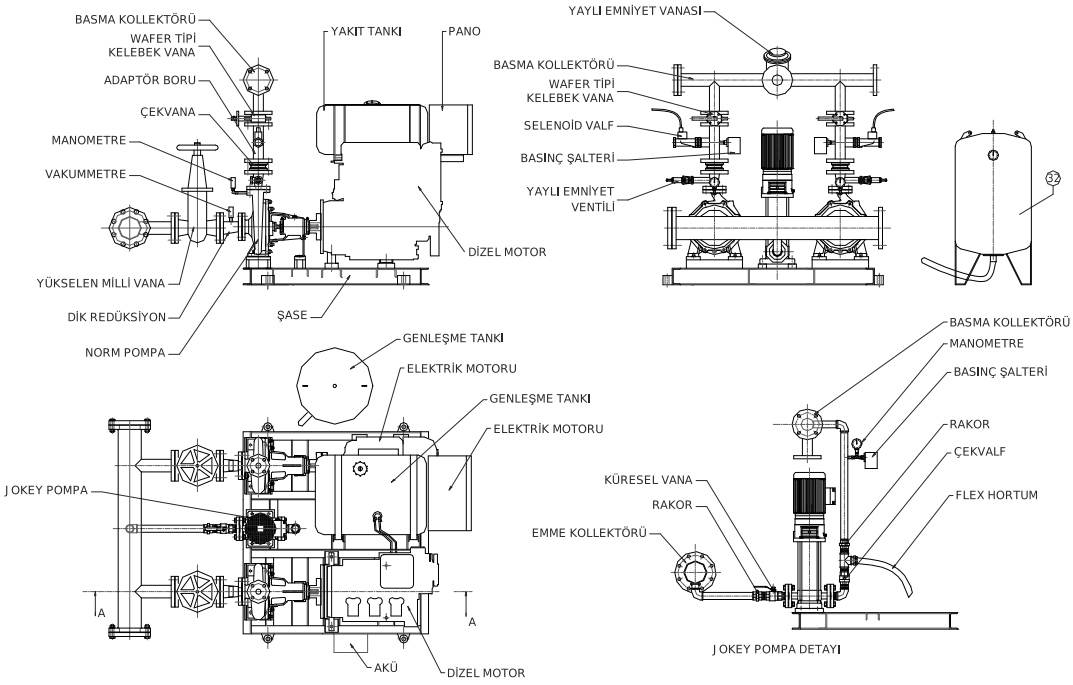
**Dinamik su seviyesi:** Kuyu verimine eşit su pompalandığında, suyun sabit kaldığı seviyedir.
**Not:** Dalgıç pompaların verimli işletilmesi için kuyular, tekniğine uygun açılmalı ve temiz olmalıdır.



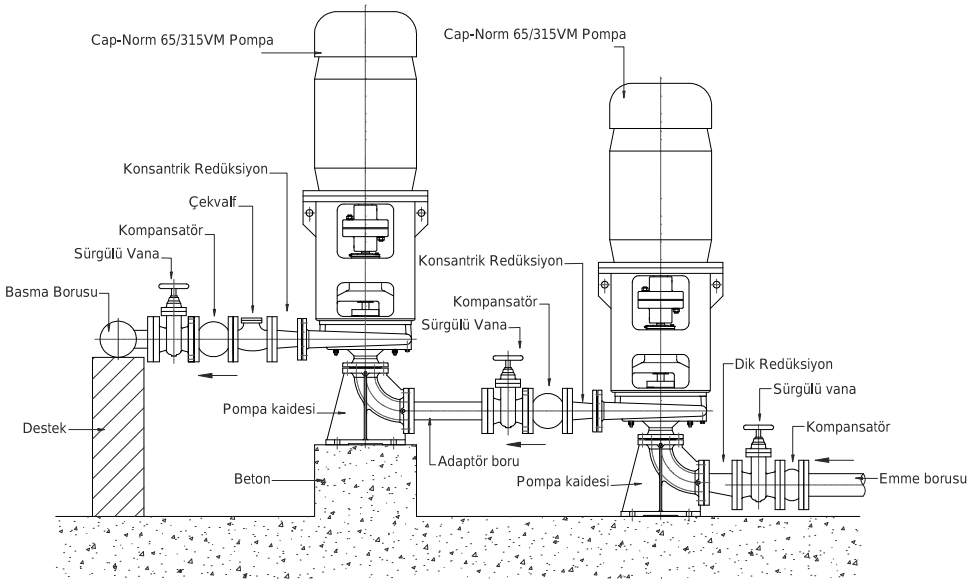

*Şekil 18.15 Kuru tip, Kardan milli çamur pompa istasyonu*




*Şekil 18.16 Çift emişli pompa yangın sistemi*




*Şekil 18.17 Norm pompa yangın sistemi*




*Şekil 18.18 Çap-Norm pompa seri bağlantı sistemi*

# BÖLÜM 19

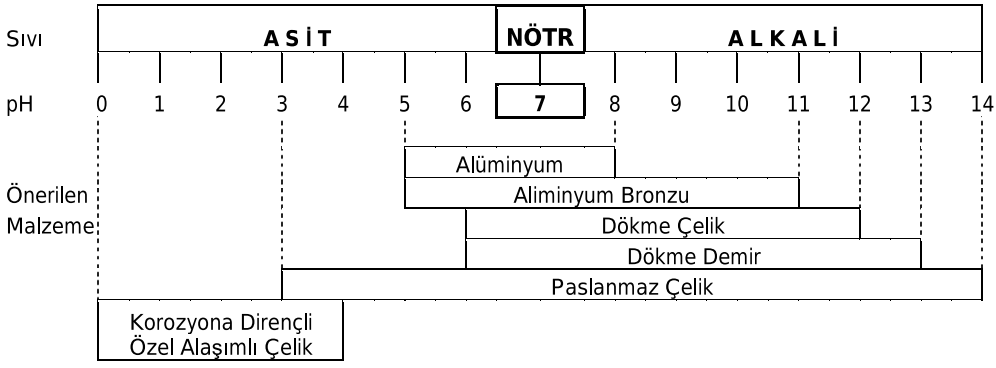
## BASILAN SIVI ÖZELLİĞİNE GÖRE POMPALARDA MALZEME SEÇİMİ

Pompalar çok farklı özelliklere sahip sıvılar basarlar. British Standarts Institute DD 38 de özetlenen çalışmada, pompaların yaklaşık olarak farklı özellikteki 220 çeşit sıvıyı basmak için kullanıldığı ve bu sıvılar için pompaların hangi malzemeler kullanılarak yapılması önerileri yer almaktadır.

Pompa malzemesi seçiminin doğru olabilmesi için basılan sıvının tüm özelliklerinin ve kimyasal bileşiminin tam olarak bilinmesi gereklidir. Pompa malzemesinin seçiminde basılan sıvının aşağıdaki özellikleri de dikkate alınmalıdır.

- pH değeri
- Sıcaklık
- Konsantrasyon
- Saflık
- Akış hızı
- Erimiş gaz miktarı (oksijen, karbondioksit, hidrojen, sülfit vb.)
- Katı madde cinsi, miktarı, katkı maddeleri
- Erimiş tuzların miktarı (kalsiyum karbonat, klor, sülfat, vb.)
- Sıvının aşındırıcı özelliği ve katı partikül büyüklüğü

Malzeme seçiminde ana kriter sıvının korozif özelliğidir. Sıvıların pH değeri korozif özelliğinin bir göstergesidir. Aşağıdaki tabloda sıvıların pH değerine göre önerilen malzemeler gösterilmektedir. 25$^{o}$C sıcaklıkta, kimyasal olarak saf su nötr olup pH değeri 7'dir.




Genellikle, korozyona direnci yüksek olan malzemenin maliyeti de yüksek olduğundan malzeme ve üretim maliyeti, pompanın tahmini çalışma ömrü, bakım giderleri, işletme güvenliği, yedek parça temin etme süresi birlikte değerlendirilerek malzeme seçimi yapılır. Tablo 18.1'de çeşitli sıvılar için seçilebilecek uygun malzemeler gösterilmiştir.

*Şekil 19.1 Sıvı özelliğine göre pompa için malzeme seçimi.*

| Malzeme Kodu | ASTM numarası | Malzeme Açıklaması (Sıvı ile temas eden pompa parçaları) |
|---|---|---|
| 1 | - | Bronz |
| 2 | - | Dökme Demir, Sfero Döküm, Düşük Alaşımlı Çelik |
| 3 | A 216 – WCB | Karbon Çeliği |
| 4 | A 217 – C5<br>A 743 – CA15<br>A 743 – CB 30<br>A 743 – CC 50 | Kromlu Çelik (%5 ile %28 Cr) |
| 5 | A 743 – CF – 8<br>A 743 – CF – 8M<br>A 743 – CN – 7M | Ostanitik Çelik |
| 6 | - | Nikel alaşımlı çelikler |
| 7 | A436 Tip2<br>A439 | Ostanitik dökme demir |
| 8 | - | Nikel – bakır alaşımı |
| 9 | - | Nikel |

| Sıvı | Kimyasal Formülü | Pompa Malzeme Kodu |
|---|---|---|
| Alkoller | | 1 |
| Alümunyum sülfat | $Al_2(SO_4)_3$ | 5,6,8 |
| Amonyak | $NH_4OH$ | 2 |
| Amonyum bikarbonat | $NH_4HCO_3$ | 2 |
| Amonyum fosfat | $(NH_4)_2HPO_4$ | 2,5,6,8 |
| Amonyum klorür | $NH_4$ Cl | 5,6,8 |
| Amonyum nitrat | $NH_4$ $NO_3$ | 2,5,6,8 |
| Amonyum sülfat | $(NH_4)_2SO_4$ | 2,5,6 |
| Amonyum sülfat | $(NH_4)_2SO_4$ | 1,5,6 |
| Anilin | $C_6H_7N$ | 1,2 |
| Anilin hidroklorür | $C_6H_5NH_2HCl$ | 6 |
| Arsenik(orto) | $C_2AsO_4$ ½ $H_2O$ | 5,6 |
| Asetaldehid | $C_2H_4O$ | 2 |
| Asetat solvent | | 1,2,5,6 |
| Asetik anhidrid | $C_4H_6O_3$ | 5,6 |
| Asetik Asit | $C_2$ $H_4$ $O_2$ | 5,6 |
| Aseton | $C_3H_6O$ | 1,2 |
| Asfalt | | 2,4 |
| Atık su | | 1,2 |
| Bakır amonyum asetat | | 2,5,6 |
| Bakır klorür | Cu $Cl_2$ | 6 |
| Bakır nitrat | $Cu(NO_3)_2$ | 5,6 |
| Bakır sülfat | Cu $SO_4$ | 5,6 |

| Sıvı | Kimyasal Formülü | Pompa Malzemesi |
|---|---|---|
| Baryum klorür | $BaCl_2$ | 2,5,6 |
| Baryum nitrat | $Ba(NO_3)_2$ | 2,5,6 |
| Benzen (Benzol) | $C_6H_6$ | 1,2 |
| Benzin | | 1,2 |
| Benzoik Asit | $C_7H_6O_2$ | 5,6 |
| Bira | | 1,5 |
| Bira mayası | | 1,5 |
| Borik Asit | $H_3BO_3$ | 5,6 |
| Butrik Asit | $C_4H_8O_2$ | 5,6 |
| Bütan | $C_4H_{10}$ | 1,2,3 |
| Çinko klorür | $ZnCl_2$ | 5,6 |
| Çinko sülfat | $ZnSO_4$ | 1,5,6 |
| Deniz suyu | | 1,2 |
| Difenil | $C_6H_5.C_6H_5$ | 2,3 |
| Distile su | | 1,5 |
| Donyağı | | 2 |
| Emaye | | 2 |
| Etilen di-Klorür | $C_2H_4Cl_2$ | 1,5,6,8 |
| Fenol | $C_6H_6O$ | 1,5,6 |
| Formaldehid | $CH_2O$ | 1,5,6 |
| Formik Asit | $CH_2O_2$ | 5,6 |
| Fosforik Asit | $H_3PO_4$ | 5,6 |
| Fotoğraf / film banyosu | | 5,6 |
| Fuel - oil | | 1,2 |
| Furfural | $C_5H_4O_2$ | 1,2,5,6 |
| Gazyağı | | 1,2 |
| Glikoz | | 1 |
| Gliserin | $C_3H_8O_3$ | 1,2 |
| Gümüş nitrat | $AgNO_3$ | 5,6 |
| Ham petrol | | 1,2,3 |
| Hardal | | 1,5,6 |
| Heptan | $C_7H_{16}$ | 1,2 |
| Hidroflorik Asit | HF | 3,8 |
| Hidroflosilsik Asit | $H_2SiF_6$ | 1,8 |
| Hidrojen peroksit | $H_2O_2$ | 5,6 |
| Hidrojen sülfit | $H_2S$ | 5,6 |
| Hidroklorik Asit | HCl | 6 |
| Hidrosiyanik Asit | HCN | 2,5,6 |
| Kalsiyum bisülfit | $Ca(HSO_3)_2$ | 5,6 |
| Kalsiyum klorat | $Ca(ClO_3)_2.2H_2O$ | 5,6 |
| Kan | | 1 |

| Sıvı | Kimyasal Formülü | Pompa Malzemesi |
|---|---|---|
| Kaolen | | 2,3 |
| Karbolik Asit | $C_6H_6O$ | 2,5,6 |
| Karbon bisülfid | $C\ S_2$ | 2 |
| Karbon hipoklorit | $Ca\ (OCl)_2$ | 2,5,6 |
| Karbon tetraklorür | $C\ Cl_4$ | 1,2 |
| Karbonik Asit | $CO_2 + H_2O$ | 1 |
| Katran | | 2,3 |
| Kazan besi suyu | | 2 |
| Ketçap | | 1,5,6 |
| Kireç suyu | $Ca\ (OH)_2$ | 2 |
| Klorlu su | | 5,6 |
| Kloro benzen | $C_6H_5Cl$ | 1,5 |
| Kloroform | $CH\ Cl_3$ | 1,5,6,8 |
| Krezol (meta) | $C_7H_8O$ | 2,4 |
| Kromik Asit | $Cr_2O_3 + H_2O$ | 1,5,6 |
| Kurşun | | 2,3 |
| Kurşun asetat | $Pb(C_2H_3O_2)_2.3H_2O$ | 5,6,8 |
| Kurşun tetra etil | $Pb\ (C_2H_5)_4$ | 1,2 |
| Kükürt | S | 1,2,5,6 |
| Kükürt klorür | $S_2Cl_2$ | 2 |
| Laktik Asit | $C_3H_6O_3$ | 1,5,6 |
| Likör | | 2,3,5,6,8 |
| Lityum Klorür | LiCl | 2 |
| Maden suyu | | 1,5,6 |
| Madeni Yağ | | 1,2 |
| Magnezyum klorür | $Mg\ Cl_2$ | 5,6 |
| Magnezyum sülfat | $Mg\ SO_4$ | 2,5,6 |
| Mangan sülfat | $Mn\ SO_4 . 4H_2O$ | 1,2,5,6 |
| Manganez klorür | $Mn\ Cl_2 . 4H_2O$ | 1,5,6 |
| Maya | | 1 |
| Metil Klorür | $CH_3Cl$ | 2 |
| Metilen klorür | $CH_2\ Cl_2$ | 2,5 |
| Meyva | | 1,5,6,8 |
| Meyva suyu | | 1,5,6,9 |
| Nafta | | 1,2 |
| Naftanik | | 2,4,5,6 |
| Neft yağı (terebentin) | | 1,2 |
| Nişasta | $(C6H_{10}C_5)_X$ | 1 |
| Nitrik Asit | $HNO_3$ | 4,5,6 |
| Oksalik Asit | $C_2H_2O_4.2H_2O$ | 5,6 |
| Pancar küspesi | | 1,5,6 |

| Sıvı | Kimyasal Formülü | Pompa Malzemesi |
|---|---|---|
| Pancar suyu | | 1,5 |
| Parafin | | 1,2 |
| Pekmez,melas | | 1 |
| Pikrik Asit | $C_6 H_3 N_3 O_7$ | 5,6 |
| Pirogalik Asit | $C_6H_6O_3$ | 5,6 |
| Potas | | 1,5,6,7,8 |
| Potasyum bikarbonat | $K_2Cr_2O_7$ | 2 |
| Potasyum hidroksit | K OH | 2,4,5,6,7,8,9 |
| Potasyum karbonat | $K_2CO_3$ | 2 |
| Potasyum klorat | K Cl $O_3$ | 5,6 |
| Potasyum klorür | K Cl | 1,5,6,8 |
| Potasyum nitrat | K $NO_3$ | 2,4,5,6 |
| Potasyum siyanid | K CN | 2 |
| Potasyum sülfat | $K_2$ $SO_4$ | 1,5,6 |
| Pridin | $C_5H_5N$ | 2 |
| Pridin sülfat | | 5 |
| Propan | $C_3$ $H_8$ | 1,2,3 |
| Sebze suyu | | 1,5,6,8 |
| Selüloz asetat | | 5,6 |
| Sıvı sabun | | 2 |
| Sirke | | 1,5,6,8 |
| Sitrik Asit | $C_6H_8O_7 + H_2O$ | 1,5,6 |
| Siyanojen | $(CN)_2$ gaz | 2 |
| Soda (karbonat) | $Na_2$ $CO_3$ | 2 |
| Sodyum birkarbonat | Na H $CO_3$ | 2,5,6,7,8 |
| Sodyum bisülfat | Na H $SO_4$ | 5,6 |
| Sodyum hidroksid | Na OH | 2,4,5,6,7,8 |
| Sodyum hidrosülfit | $Na_2S_2O_4.2H_2O$ | 5,6 |
| Sodyum hipoklorit | NaOCl | 5,6 |
| Sodyum hiposülfit | $Na_2S_2O_3.5H_2O$ | 5,6 |
| Sodyum karbonat | $Na_2$ $CO_3$ | 2,5,6,8 |
| Sodyum klorat | Na Cl $O_4$ | 5,6 |
| Sodyum meta fosfat | $Na_4P_4O_{12}$ | 1,5,6 |
| Sodyum nitrat | Na $CO_3$ | 2,4,5,6 |
| Sodyum siyanit | Na CN | 2 |
| Sodyum sulfat | $Na_2SO_4$ | 1,5,6 |
| Sodyum sülfid | $Na_2S$ | 2,5,6 |
| Sodyum sülfit | $Na_2$ $SO_3$ | 1,5,6 |
| Soya yağı | | 1,2,5,6,8 |
| Su | | 1,2 |
| Sülfirik Asit | $H_2SO_4$ | 5,6 |

| Sıvı | Kimyasal Formülü | Pompa Malzemesi |
|---|---|---|
| Sülfüröz | $H_2SO_3$ | 1,6,7 |
| Süt | | 5 |
| Şap (kromlu) | $CrK(SO_4)_2.12H_2O$ | 5,6 |
| Şarap | | 1,5 |
| Şeker | | 1,5,6,7 |
| Tanenli likör | | 1,2,5,6,8 |
| Tanik Asit | $C_{14}H_{10}O_9$ | 1,5,6,8 |
| Tartarik Asit | $C_4H_6O_6 . H_2O$ | 1,5,6,9 |
| Toluen (toluol) | $C_7H_8$ | 1,2 |
| Trikloroetilen | $C_2HCl_3$ | 1,2,5 |
| Tutkal | | 1,2 |
| Tuzlu Su | NaCl | 1,2,5,6,7,8 |
| Vernik | | 1,2,5,8 |
| Yağlama yağı | | 1,2 |
| Zeytinyağı | | 1,2 |

Not : Bu tabloda verilenler genel bilgi amaçlı olup, detay için ilgili malzeme ve kimya dökümanlarına bakınız.

Tablo 19.2 de pompa endüstride çok sık kullanılan malzemeler ve ilgili standartları yer almaktadır.

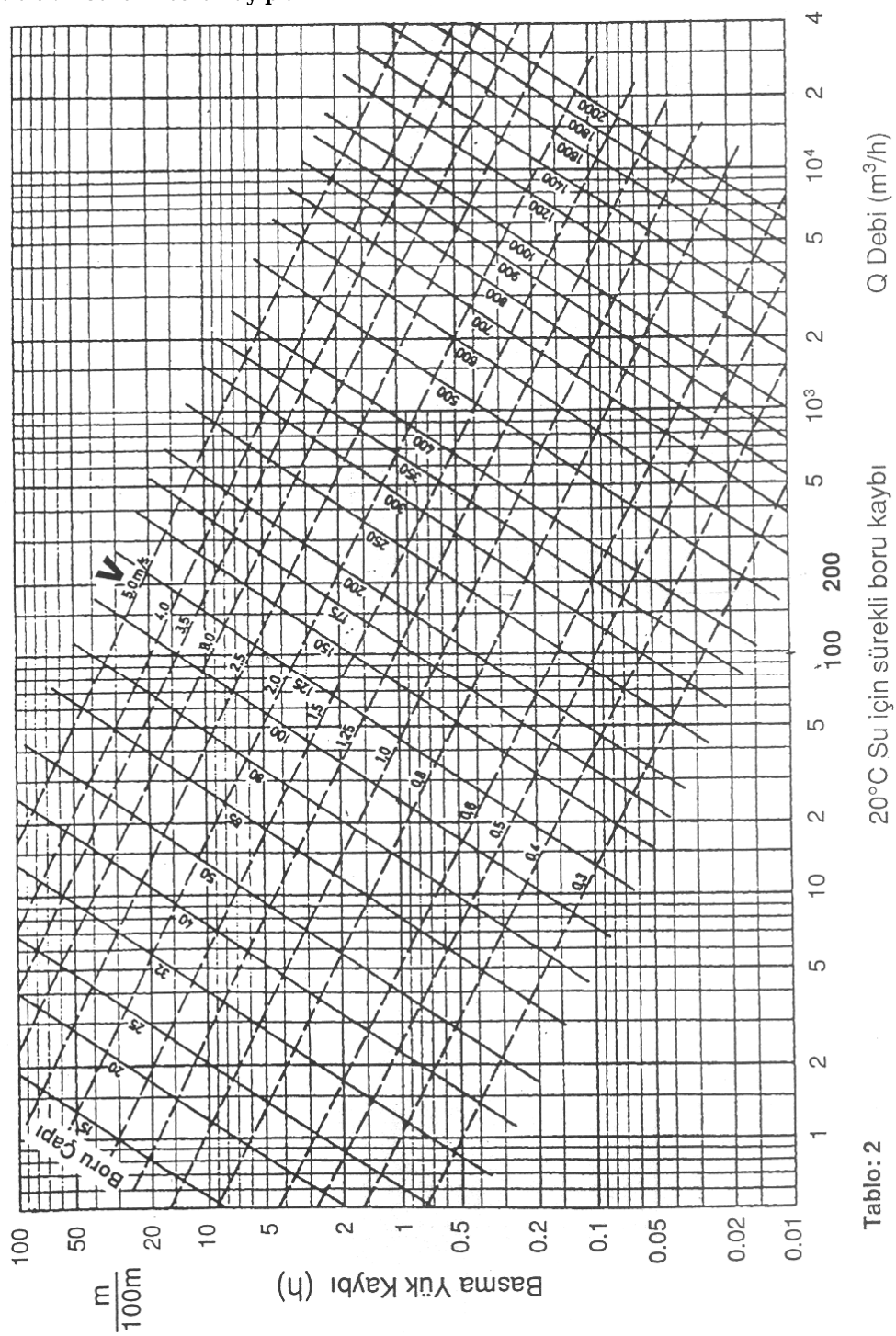
*Şekil 19.2 Çok sık kullanılan malzemeler ve eşdeğer standartları*

| **Tanım** | **Sembol** | **Malzeme No** | **DIN Standardı** | **AISI/SAE/ASTM Standardı** |
|---|---|---|---|---|
| Pik Döküm | EN-GJL-200, GG20 | EN-JL 1030, 0.6020 | EN 1561 | A48-30 B (200B) |
| Pik Döküm | EN-GJL-250, GG25 | EN-JL 1040, 0.6025 | EN 1561 | A48-40 B (250B) |
| Sfero Döküm | EN-GJS-400-15 | EN-JS 1030, 0.7040 | EN 1563 | A 536 60-40-18 |
| Çelik Döküm | GP 240 GH | 1.0619 | EN 10213-2 | A 216 WCB |
| Çelik Döküm | GS-45 (GE 240) | 1.0446 | 1681 | A 216-75 WCA |
| Kromlu Çelik | GX 8 Cr 14 | 1.4008 | EN 10283 | A 743-87 ( CA-15 ) |
| Krom Nikelli Çelik Döküm | GX6 CrNi18-9 | 1.4308 | EN 10213-4, EN 10283 | A 351-75 Grade CF8 |
| Krom Nikel Molibdenli Çelik Döküm | GX6 CrNiMo18-10 | 1.4408 | EN 10213-4, EN 10283 | A 351-75 Grade CF8M |
| Krom Nikel Molibdenli Çelik Döküm | GX2 CrNiMo18-10 | 1.4404 | EN 10028-7, EN10088-1,2,3, EN 10222... | A 167-74 Type 316L |
| Krom Molibdenli Çelik Döküm | GX120 CrMo29-2 | 1.4138 | SEW 410 | - |
| Kromlu Çelik | X20 Cr13 | 1.4021 | EN 10088-1-2-3, EN 10151, EN10250-4 | A 276 Type 420 |
| Krom Nikel Çeliği | X5 CrNİ18-10 | 1.4301 | EN 10088-1-2-3, EN 10151, EN10028-7 | A 276 Type 304 |
| Krom Nikel Molibdenli Çelik | X5 CrNiMo 17-12-2 | 1.4401 | EN 10088-1-2-3, EN 10151, EN10028-7 | A 276 Type 316 |
| Duplex Paslanmaz Çelik Döküm | X2 CrNiMoN 22-5-3 | 1.4462 | EN 10088-1-2-3, EN 10222-5, EN10028-7 | A 276 Type 2205 |
| Duplex Paslanmaz Çelik Döküm | GX2 CrNiMoCuN 25-6-3-3 | 1.4517 | EN 10213-4, EN 10283 | A 351 CD-4-MCu |
| Alaşımlı Dökme Demir | EN-GJSA-XniCr 20-2, GGG-NiCr 20 2 | 0.7660 | EN-JS 3011 | A 439-Type D2 (Ni resist D2) |
| Bronz Döküm | G-CuSn 10 | 2.1050.01 | | B 584 C 90700 |
| Bronz Döküm | G-CuSn 12 | 2.1052.01 | | B 427 C 908<br>B 427 C 917 |
| Bronz Döküm | G-CuSn 7 ZnPb | 2.1090.01 | | B 584 C 93200 |
| Alüminyum Bronz | G-Cu Al 10 Ni | 2.0975.01 | | B 148-74:955-958 |
| Ni-Hard 2 | GX 260 NiCr42 | 0,9620 | | |
| İmalat Çeliği | C35 | 1.0501 | EN 10083-2, EN 10250-2, EN 10277-2 | |
| Sac (St37) | | 1.0120 | S235J<br>St37 | |

# EK TABLOLAR

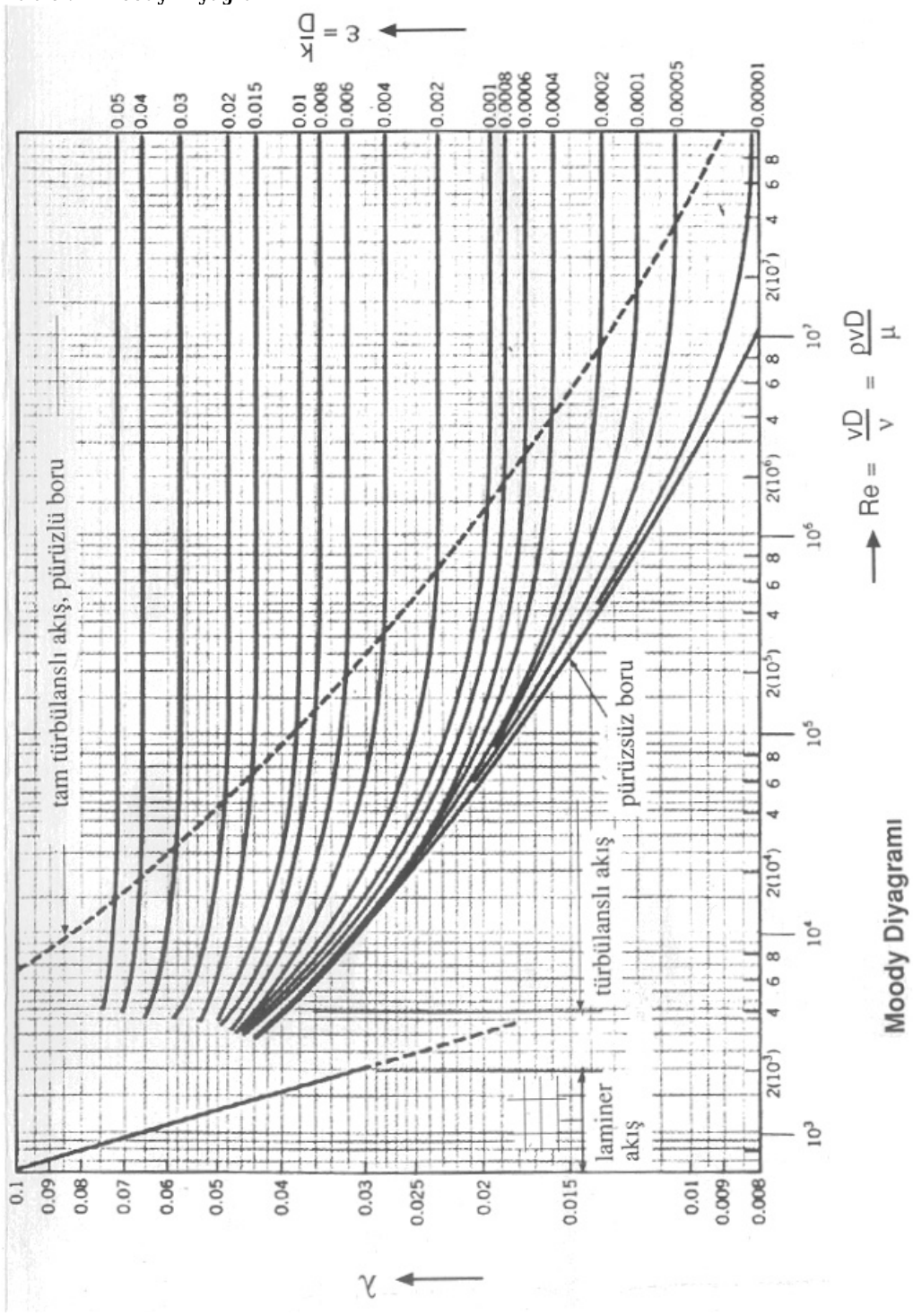
**Tablo : 1 Sürekli boru kayıpları**
**Tablo : 2 Moody diyagramı**
**Tablo : 3 Akışkanların kinematik vizkozite ve yoğunlukları**
**Tablo : 4 Çeşitli malzemelerin pürüzlük yükseklikleri**
**Tablo : 5 Yersel elemanların kayıp katsayısı**
**Tablo : 6 Ölçü birimleri ve dönüşümleri**
**Tablo : 7 Alaşım elementlerinin çeliklerin özelliklerine etkileri**
**Tablo : 8 Çok büyük ve çok küçük sayıların sembolleri**
**Tablo : 9 Yunan alfabesi karakterleri**
**Tablo : 10 Suyun pH değerinin sıcaklıkla değişimi**
**Tablo : 11 Çeşitli sıvıların yoğunluk ve viskoziteleri**
**Tablo : 12 Fuel-Oil'lerin viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi**
**Tablo : 13 Çeşitli sıvıların kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi**
**Tablo : 14 Madeni yağların (SAE) kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi (S.G.=0,82-0,95)**
**Tablo : 15 Çeşitli içecek ve maddelerin pH değerleri**
**Tablo : 16 Çeşitli sıvıların normalite değerlerine göre pH değerleri**
**Tablo : 17 Bazı gazların standart atmosfer basıncında ($p_{atm,mutlak}$=1,01325bar) fiziksel özellikler**
**Tablo : 18 Hava basıncının deniz seviyesinden yükselti ile değişimi**
**Tablo : 19 Suyun buharlaşma basıncının sıcaklıkla değişimi**
**Tablo : 20 Bazı metal alaşım ve katı cisimlerin yoğunlukları**
**Tablo : 21 Mühendislikte kullanılan bazı formüller**
**Tablo : 22 Flanş Normları**
**Tablo : 23 Kama ve kama yuvası standardı**
**Tablo : 24 Çok kullanılan tolerans sınıflarının numerik değerleri**
**Tablo : 25 Çeşitli Cihazların Ortalama Enerji İhtiyaçları**
**Tablo : 26 Akış hızı ve Boru çapına göre, boru içinden geçen debi miktarı**
**Tablo : 27 Derinkuyu Dalgıç Pompa Sondaj Kuyu Tip Montajı**
**Tablo : 28 Çelik Boru Ağırlık Cetveli**
**Tablo : 29 Elektrik motorlarının beslemesi için jeneratör seçimi**

**Tablo : 1 Sürekli boru kayıpları**




**Tablo: 2**

**Tablo : 2 Moody Diyagramı**



## Tablo : 3 Akışkanların kinematik viskozite ve yoğunlukları

| Sıvı | Bağıl yoğunluk (SG) | Kinematik viskozite-ν (centistokes) | Sıcaklık t (°C) |
|---|---|---|---|
| Freon -12 | 1.33 | 0.27 | 21 |
| Gliserin (%100) | 1.26 | 648 / 176 | 21 / 38 |
| (%50 su) | 1.13 | 5.29 | 20 |
| Asetaldehid | 0.762 | 0.295 | 20 |
| Glikol - Propilen | 1.038 | 52 | 21 |
| Tirietilen | 1.125 | 40 | 21 |
| Dietilen | 1,12 | 32 | 21 |
| Etilen | 1,125 | 17.8 | 21 |
| Hidroklorik Asit (%31.5) | 1,05 | 1.9 | 20 |
| Civa | 13,57 | 0,12/0,11 | 21 / 38 |
| Fenol (Karbolik Asit) | 0,95 - 1,08 | 11,8/1,17 | 18 / 90 |
| Soda Silikatı | 40 Bome | 79 | 38 |
| | 42 Bome | 138 | 38 |
| Toluen | 0.866 | 0,68 | 20 |
| Bromin | 2,9 | 0,34 | 20 |
| Madeni yağlar SAE 10 | 0,880-0,935(16°C) | 35 - 52 | 38 |
| | " | 18 - 25 | 54 |
| SAE 20 | " | 52 - 87 | 38 |
| | " | 25 - 40/6-10 | 54/99 |
| SAE 30 | " | 87 - 125 | 38 |
| | " | 40 - 55/10-13 | 54/99 |
| SAE 40 | " | 125 - 206 | 38 |
| | " | 75/13 - 17 | 54-99 |
| SAE 50 | " | 206-352/16-22 | 38/99 |
| SAE 60 | " | 352-507/22-26 | 38/99 |
| SAE 70 | " | 507-682/26-32 | 38/99 |
| SAE 80 | " | 22000 (maks) | -18 |
| SAE 90 | " | 173 - 325 | 38 |
| | | 65-108/14-25 | 54/99 |
| SAE 140 | " | 206-507/25-43 | 54/99 |
| SAE 150 | " | 43 (min) | 99 |
| SAE 5W | " | 1295 (max) | -18 |
| SAE 10W | " | 1295-2590 | -18 |
| SAE 20W | " | 2590-10350 | -18 |
| SAE 75W | " | 4.2 | 99 |
| SAE 80W | " | 7.0 | 99 |
| SAE 85W | " | 11.0 | 99 |
| Dietilen Glikol | 1,12 | 32 | 21 |
| Asetik Asit %5 (sirke) | 1.006 | - | 15 |
| %10 | 1.014 | 1.35 | 15 |
| %50 | 1.061 | 2.27 | 15 |
| %80 | 1.075 | 2.85 | 15 |
| Aseton | 0.792 | 0.41 | 20 |
| Metil alkol | 0.79 | 1,04 / 0,74 | 0 / 15 |
| Alüminyum sulfat (%36) | 1.055 | 1.41 | 20 |
| Amanyok | 0.662 | 0.3 | -18 |
| Anilin | 1,022 / 1,035 | 4,37 / 6,4 | 20 / 10 |
| Jet Yakıtı | 0,72 - 0,84 | 7,9 / 1,1 | -35 / 16 |
| Kalsiyum Klorür %5 | 1.04 | 1.156 | 18 |
| %25 | 1.23 | 4 | 16 |
| Karbon Tetraklorür | 1.594 | 0,612 / 0,53 | 20 / 38 |
| Karbon Disülfit | 1,293 / 1,263 | 0,33 / 0,30 | 0 / 20 |
| Dietil eter | 0,714 | 0.32 | 20 |
| Etil Asetat | 0,907 / 0,90 | 0,49 / 0,40 | 15 / 20 |
| Etilen bromid | 2.18 | 0.787 | 20 |
| Etilen klorür | 1.246 | 0.688 | 20 |
| Etil bromid | 1.45 | 0.27 | 20 |
| Formik asit %10 | 1.025 | 1.04 | 20 |
| %50 | 1.121 | 1.2 | 20 |
| %80 | 1.186 | 1.4 | 20 |
| Metil asetat | 0.93 | 0.44 | 20 |
| Naftalin | 1,145 | 0.9 | 80 |
| Sodyum Klorür %5 | 1,037 (4°C) | 1.097 | 20 |
| %25 | 1,19 | 2.4 | 16 |
| Sodyum Hidroksit (sud kostik) %20 | 1.22 | 4 | 18 |
| %30 | 1.33 | 10 | 18 |
| %40 | 1.43 | 24 | 18 |
| Propil alkol | 0,817 / 0,804 | 2,8 / 1,4 | 20 / 50 |
| Asetik asit anhidrid | 1.087 | 0.88 | 15 |
| Butrik asit - n | 0.959 | 2,4 / 1,6 | 0 / 20 |
| Furfurol | 1.159 | 1.45 | 20 |
| Kloroform | 1,489 / 1,413 | 0,38 / 0,35 | 20 / 60 |
| Motorun (Dizel Yakıtı) No.2 D | 0,82 - 0,95 | 2-6 / 1-4 | 38/54 |
| 3 D | " | 6-12 / 4-6,8 | 38/54 |
| 4 D | " | 30 / 13 | 38/54 |
| 5 D | " | 87 / 35 | 50/71 |

| Sıvı | Bağıl yoğunluk (SG) | Kinematik viskozite-ν (centistokes) | Sıcaklık t (°C) |
|---|---|---|---|
| Makine Yağı #10 | 0,88 - 094 | 34-72 / 18-25 | 38/54 |
| #20 | " | 72-83 / 25-39 | 38/54 |
| #30 | " | 75-119 / 39-55 | 38/54 |
| Fuel - oil No.1 | 0,82 - 0,95 | 2,4 - 4,3 | 21 |
| | " | 2.7 | 38 |
| No.2 | " | 3 - 7,4 | 21 |
| | " | 2,1 - 4,3 | 38 |
| No.3 | " | 2,7 - 0,6 | 38 |
| | " | 2,1 - 4 | 54 |
| No.5 A | " | 7,4 - 26,4 | 38 |
| | " | 4,9 - 13,7 | 54 |
| No.5 B | " | 26,4 - 86,6 | 38 |
| | " | 13,6 - 67,1 | 54 |
| No.6 | " | 97,4 - 660 | 50 |
| | " | 37,5 - 172 | 71 |
| Fuel - oil (Gemi) | 1. (maks) | 325 (maks) | 50 |
| | " | 104 (maks) | 71 |
| Benzin | 0.74 | 0,88 / 0,71 | 16 / 38 |
| | 0.72 | 0.64 | 16 |
| | 0.68 | 0,46 / 0,40 | 16 / 38 |
| Kesme Sıvısı (Yağ) #1 | - | 30-40/17-23 | 38 / 54 |
| #2 | - | 40-46/23-26 | 38 / 54 |
| Gazyağı (Kerosene) | 0.78 - 0.82 | 2,7 - 3,8 | 20 |
| | " | 2 | 38 |
| Etil Alkol | 0.79 / 0.77 | 1,52 / 1,20 | 20 / 38 |
| Benzen (benzol) | 0.90 / 0,88 | 1,0 / 0,74 | 0 / 20 |
| Glikoz | 1.35 - 1.44 | 7700 - 22000 | 38 |
| | " | 880 - 2420 | 65 |
| Bal | 1.5 | 74 | 38 |
| Süt | 1.02 - 1.05 | 1.13 | 20 |
| Mısır nişastası eriyiği 22bome | 1.18 | 32,1 / 27,5 | 21 / 38 |
| Ham petrol 48° API | 0,79 / 0,76 | 3,8 / 1,6 | 16 / 54 |
| 40° API | 0,825 / 0,805 | 9,7 / 3,5 | 16 / 54 |
| 32,6° | 0,862 / 0,840 | 23,2 / 7,1 | 16 / 54 |
| Sülfirik Asit % 100 | 1.839 | 14.6 | 20 |
| % 60 | 1,50 | 4.4 | 20 |
| Deniz suyu | 1.03 | 1.15 | 16 |
| Isı Transfer Yağı | 0.875 | 90 - 100 | 15.5 |
| | 0.82 | 4,6 - 5,1 | 100 |
| | 0.76 | 1,2 - 1,3 | 200 |
| | 0.725 | 0,79 , 0,85 | 250 |
| | 0.685 | 0.55 | 320 |
| Hidrolik yağı | 0.875 | 400-600/28-46 | 0 / 40 |
| Pekmezi melas A | 1,40 - 1,46 | 280 - 5070 | 38 |
| | " | 150 - 1760 | 55 |
| B | 1,43 - 1,46 | 1410 - 13200 | 38 |
| | " | 660 - 3300 | 55 |
| C | 1,46 - 1,49 | 2630 - 55000 | 38 |
| | " | 1320 - 16500 | 55 |
| Şeker Şurubu 60 Brix | 1.29 | 50 | 21 |
| | " | 19 | 38 |
| 64 Brix | 1.31 | 95 | 21 |
| | " | 32 | 38 |
| 68 Brix | 1.34 | 216 | 21 |
| | " | 60 | 38 |
| 72 Brix | 1.36 | 595 | 21 |
| | " | 139 | 38 |
| 76 Brix | 1.39 | 2200 / 440 | 21 / 38 |
| Krema | 1.02 | 20 | 4 |
| Karamel | 1.2 | 400 | 60 |
| Çikolata | 1.1 | 17000 | 50 |
| Donyağı | 0.92 | 9 | 100 |
| Zeytinyağı | 0,912 - 0,918 | 43 / 24 | 38 / 54 |
| Mısırözü yağı | 0.923 | 39,6 / 23 | 38 / 54 |
| Soya yağı | 0,93 - 0,98 | 35 / 20 | 38 / 54 |
| Bira | 1,02 - 0,04 | 1.1 | 4 |
| Krem (Kozmetik) | 1.4 | 7000 | 20 |
| Şampuan | 1.4 | 3500 | 20 |
| Ketçap | 1.11 | 530 | 60 |
| Portakal Suyu (Konsantresi) | 1.1 | 4500 | 3 |
| Mayonez | 1 | 5000 | 24 |
| Matbaa mürekkebi | 1, - 1,38 | 550 - 2200 | 38 |
| | " | 240 - 660 | 54 |
| Vernik | 0.9 | 313 / 143 | 20 /38 |
| Solvent | 0,8 - 0,9 | 6 - 12 | 20 / 38 |
| Atık su (arıtılmış) | 1.1 | 2000 | 20 / 38 |

**Tablo : 4 Çeşitli malzemelerin pürüzlük yükseklikleri**

| Boru Adı ve Tipi | | | K (mm) |
|---|---|---|---|
| Döküm Boru | Bitüm kaplı | | 0,20 - 0,30 |
| | Kaplamasız | | 0,25 - 0,50 |
| | Beton kaplı | | 0,025 - 0,15 |
| | Eski ve kullanılmış | | 1,20 - 3,0 |
| Çelik Boru | Galvanizli | | 0,10 - 0,15 |
| | Bitüm kaplı | | 0,05 - 0,10 |
| | Beton kaplı | | 0,025 - 0,10 |
| | Siyah boru | | 0,04 - 0,10 |
| | Eski ve kullanılmış | | 0,15 - 1,50 |
| Beton Boru | Düzgün boru | | 0,30 - 0,80 |
| | Pürüzlü boru | | 2. - 3 |
| Cam elyaf takviyeli plastik | | | 0.05 |
| Asbestli çimento boru | | | 0,03 - 0,12 |
| Alüminyum, Bakır, Kursun, Pirinç boru | | Yeni | 0.02 |
| | | Kullanılmış | 0.04 |
| Hortum | Kağucuk kaplamalı bez | | 0,7 - 0,12 |
| | Kaplamasız bez | | 1.3 |
| | Bahçe hortumu | | 0.75 |
| Plastik boru | | | 0,03 - 0,10 |

**Tablo : 5 Yersel elemanların kayıp katsayısı tablosu**

| | 25 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sürgülü Vana - Dişli | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Sürgülü Vana - Flanşlı | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Tablalı Vana - Dişli | 9.00 | 8.00 | 7.00 | 6.50 | 6.00 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| Tablalı Vana - Flanşlı | 12.00 | 10.00 | 9.00 | 8.00 | 7.00 | 6.50 | 6.25 | 6.00 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| Açılı Vana - Düşey Milli - Dişli | 5.00 | 3.00 | 2.00 | 1.60 | 1.30 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| Açılı Vana - Düşey Milli - Flanşlı | 3.10 | 3.40 | 3.80 | 4.10 | 4.40 | 4.70 | 5.00 | 5.30 | 5.70 | 6.00 | 6.30 | 6.50 | 6.60 | | | | | | |
| Açılı Vana - Eğik Milli - Flanşlı | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | 1.60 | | | | | | |
| Kelebek Vana (PN 16) | 3.00 | 2.75 | 2.50 | 2.30 | 2.25 | 2.15 | 2.05 | 1.95 | 1.70 | 1.57 | 1.45 | 1.35 | 1.20 | 1.00 | 0.85 | 0.78 | 0.72 | 0.66 | 0.60 |
| Küresel Vana | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | | | | | | |
| Şiber Vana | 3.50 | 3.20 | 2.90 | 2.80 | 2.70 | 2.60 | 2.48 | 2.35 | 2.10 | 2.05 | 2.00 | | | | | | | | |
| İğne Vana | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | | | | | |
| Musluk | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | | | | | |
| Çekvalf Tablalı tip (Pistonlu)Düşey | 13.80 | 12.60 | 11.40 | 11.00 | 10.60 | 10.20 | 9.75 | 9.30 | 8.40 | 8.10 | 7.80 | 7.65 | 7.50 | 7.20 | | | | | |
| Çekvalf Tablalı tip (Pistonlu)Eğik | 1.30 | 1.20 | 1.10 | 1.05 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.75 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıksız) v=1m/s | 3.800 | 3.400 | 3.100 | 3.080 | 3.040 | 3.000 | 2.97 | 2.95 | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 2.80 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıksız) v=2m/s | 1.70 | 1.55 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.37 | 1.35 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.10 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıksız) v=3m/s | 1.10 | 1.00 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.87 | 0.85 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.75 | 0.70 | 0.60 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıklı) v= 1m/s | 9.50 | 8.50 | 7.75 | 7.70 | 7.60 | 7.50 | 7.43 | 7.38 | 7.25 | 7.25 | 7.25 | 7.25 | 7.25 | 7.00 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıklı) v=2m/s | 4.25 | 3.88 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.43 | 3.38 | 3.25 | 3.25 | 3.25 | 3.13 | 3.00 | 2.75 | | | | | |
| Çekvalf Çalpara Tipi (Karşı ağırlıklı) v=3m/s | 2.75 | 2.50 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.25 | 2.18 | 2.13 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.88 | 1.75 | 1.50 | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer), Klapeli v=1m/s | 29.00 | 13.00 | 5.00 | 4.90 | 4.76 | 4.60 | 3.65 | 2.70 | 2.45 | 2.05 | 2.30 | 2.65 | 1.80 | | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer), Klapeli v=2m/s | 12.00 | 9.00 | 8.00 | 5.00 | 4.47 | 4.30 | 3.35 | 2.40 | 2.30 | 2.00 | 2.20 | 2.50 | 1.80 | | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer), Klapeli v=3m/s | 9.00 | 7.00 | 7.00 | 5.20 | 4.80 | 4.30 | 3.40 | 2.50 | 2.25 | 2.00 | 2.10 | 2.35 | 1.90 | | | | | | |
| Çekvalf Tilt Tipi a=5o | 0.90 | 0.80 | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.68 | 0.65 | 0.62 | 0.56 | 0.52 | 0.48 | 0.44 | 0.39 | 0.24 | | | | | |
| Çekvalf Tilt Tipi a=15o | 2.40 | 2.35 | 2.3 | 2.25 | 2.15 | 2.0 | 1.92 | 1.85 | 1.7 | 1.60 | 1.5 | 1.35 | 1.2 | 0.7 | | | | | |
| Çekvalf Dip Klapesi (süzgeçli) Klapeli | 1.70 | 1.55 | 1.40 | 1.37 | 1.35 | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.10 | 1.10 | 1.00 | 0.97 | 0.95 | 0.90 | | | | | |
| Çekvalf Dip Klapesi (süzgeçli) Tablalı | 9.70 | 9.00 | 8.00 | 7.70 | 7.50 | 7.10 | 6.75 | 6.50 | 5.90 | 5.70 | 5.50 | 5.35 | 5.25 | 5.00 | | | | | |
| Çekvalf Bilyalı | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | 70.00 | | | | | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer),Diskli, Yaylı v=1m/s | 4.00 | 6.00 | 7.00 | 7.20 | 7.35 | 7.60 | 8.25 | 8.90 | 9.30 | 9.80 | | | | | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer),Diskli, Yaylı v=2m/s | 4.40 | 4.80 | 5.00 | 5.60 | 6.20 | 7.00 | 7.25 | 7.50 | 8.50 | 9.40 | | | | | | | | | |
| Çekvalf Sandviç Tipi (Wafer),Diskli, Yaylı v=3m/s | 4.40 | 4.60 | 4.70 | 5.40 | 6.00 | 6.90 | 7.60 | 8.30 | 7.80 | 10.90 | | | | | | | | | |
| Hidrostop (diyaframlı) v=2m/s | 4.50 | 4.75 | 5.00 | 5.3 | 5.60 | 6 | 6.35 | 6.75 | 7.5 | 7.60 | 7.25 | 7.10 | 7 | | | | | | |
| Hidrostop (diyaframlı) v=3m/s | 1.30 | 1.50 | 1.8 | 2.5 | 3.20 | 4 | 4.00 | 4.00 | 4 | 3.85 | 3.70 | 3.55 | 3.4 | | | | | | |
| Hidrostop (diyaframlı) v=4m/s | 4.40 | 4.20 | 3.9 | 3.7 | 3.50 | 3 | 2.90 | 2.75 | 2.5 | 2.40 | 2.35 | 2.30 | 2.2 | | | | | | |
| Pislik Tutucu (Kartuş filtreli) | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | | | | | | |
| Dalmış Boru | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Keskin Kenarlı Hazne Çıkış | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Yuvarlatılmış kenarlı hazne çıkış r/d=0.02 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| Yuvarlatılmış kenarlı hazne çıkış r/d=0.06 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Yuvarlatılmış kenarlı hazne çıkış r/d=0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| Yuvarlatılmış kenarlı hazne çıkış r/d>0.15 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |

| | 25 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Emme Borusu Girişi Konik | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Emme Borusu Girişi Çan | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Hazne Çıkış Eğik a=45o | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Hazne Çıkış Eğik a=60o | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Hazne Çıkış Eğik a=75o | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Hazne Giriş | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Manşon | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | | | | | | | | | | | | | |
| Redüksiyonlu manşon d2/d1=0.3 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Redüksiyonlu manşon d2/d1=0.5 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Redüksiyonlu manşon d2/d1=0.7 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Redüksiyonlu manşon d2/d1=0.9 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.8 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.7 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.6 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.5 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.4 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.3 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 | 0.83 |
| Ani Genişleme d1/d2=0.2 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| Ani Daralma d2/d1=0.8 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.18 |
| Ani Daralma d2/d1=0.7 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Ani Daralma d2/d1=0.6 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| Ani Daralma d2/d1=0.5 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| Ani Daralma d2/d1=0.4 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| Ani Daralma d2/d1=0.3 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| Ani Daralma d2/d1=0.1 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Dirsek Standart 90o | 0.69 | 0.63 | 0.57 | 0.55 | 0.52 | 0.51 | 0.47 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.37 | 0.36 | 0.36 | 0.36 | | | | |
| Dirsek Standart 90o Eğrilik Yarıçapı büyük | 0.37 | 0.34 | 0.30 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.24 | 0.22 | 0.22 | 0.21 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | | | | |
| Dirsek Standart 45o | 0.37 | 0.34 | 0.30 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.24 | 0.22 | 0.22 | 0.21 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | | | | |
| Dirsek Kıvırma Boru 90o r=D | 0.46 | 0.42 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.34 | 0.33 | 0.31 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.25 | 0.24 | | | | | | |
| Dirsek Kıvırma Boru 90o r=2D-3D | 0.28 | 0.25 | 0.23 | 22.00 | 21.00 | 0.20 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.14 | | | | | | |
| Dirsek Kıvırma Boru 90o r=4D | 0.32 | 0.29 | 0.27 | 0.26 | 0.25 | 0.24 | 0.23 | 0.22 | 0.20 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.17 | | | | | | |
| Dirsek Kıvırma Boru 90o r=6D | 0.39 | 0.36 | 0.32 | 0.31 | 0.30 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.24 | 0.23 | 0.22 | 0.21 | 0.20 | | | | | | |
| Dirsek Standart 180o | 1.15 | 1.05 | 0.95 | 0.92 | 0.90 | 0.85 | 0.82 | 0.78 | 0.70 | 0.68 | 0.65 | 0.63 | 0.60 | | | | | | |
| Seri Bağlı Dirsek 90o "U" | 1.38 | 1.26 | 1.14 | 1.10 | 1.04 | 1.02 | 0.94 | 0.90 | 0.84 | 0.80 | 0.78 | 0.74 | 0.72 | | | | | | |
| Seri Bağlı Dirsek 90o "Çapraz" | 2.07 | 1.89 | 1.71 | 1.65 | 1.56 | 1.53 | 1.41 | 1.35 | 1.26 | 1.20 | 1.17 | 1.11 | 1.08 | | | | | | |
| Seri Bağlı Dirsek 90o "S" | 2.76 | 2.52 | 2.28 | 2.20 | 2.08 | 2.04 | 1.88 | 1.80 | 1.68 | 1.60 | 1.56 | 1.48 | 1.44 | | | | | | |
| Kaynaklı Parçalı Dirsekler a=30o | 0.18 | 0.17 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | | | | | | |
| Kaynaklı Parçalı Dirsekler a=45o | 0.35 | 0.33 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.24 | 0.22 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.20 | | | | | | |
| Kaynaklı Parçalı Dirsekler a=60o | 0.58 | 0.53 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.43 | 0.41 | 0.39 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.34 | 0.33 | | | | | | |
| Kaynaklı Parçalı Dirsekler a=75o | 0.92 | 0.85 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.68 | 0.64 | 0.60 | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | | | | | | |
| Kaynaklı Parçalı Dirsekler a=90o | 1.38 | 1.25 | 1.14 | 1.08 | 1.05 | 1.02 | 0.95 | 0.90 | 0.84 | 0.83 | 0.81 | 0.80 | 0.78 | | | | | | |

| | 25 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dirsekler 90o Kaynaklı (eşit çaplı boru) "T" | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Dirsekler 90o Kaynaklı (eşit çaplı boru) "S" | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Dirsekler 90o Kaynaklı (eşit çaplı boru) "H" | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.3 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.4 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.5 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.6 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.7 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Debimetre Kısa Tip Venturi d/D=0.8 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.3 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.4 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 | 85.00 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.5 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 | 30.00 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.6 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.7 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| Debimetre Standart Orifis d/D=0.8 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Rotametre | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Türbin Tipi Sayaç | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 |
| Çok Hüzmeli Türbin Tipi Sayaç | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Hacimsel (Pistonlu) Sayaç | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Genleşme Contaları,Kompansatörler | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |

## Tablo : 5 Yersel elemanların kayıp katsayısı tablosu (Devam)

| | FORMUL | k |
|---|---|---|
| Dip Klapesi | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | 1.0 2.0 3.0 8.0 |

| Surgulu Vana | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | S/D | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 3/4 | 4/4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D mm | | | | | | |
| | | 25 | 300 | 42 | 9.2 | 4.4 | 0.92 | 0.55 |
| | | 50 | 150 | 20 | 6.5 | 3.0 | 0.7 | 0.45 |
| | | 100 | 100 | 15 | 5.6 | 2.5 | 0.55 | 0.30 |
| | | 150 | 80 | 14 | 5.3 | 2.4 | 0.48 | 0.28 |
| | | 200 | 68 | 13 | 5.1 | 2.3 | 0.45 | 0.25 |
| | | 300 | 56 | 13 | 5.0 | 2.2 | 0.4 | 0.20 |
| | | 600 | 70 | 17 | 6.4 | 3.2 | 0.8 | 0.18 |
| | | 750 | 70 | 15 | 6.0 | 3.1 | 0.8 | 0.15 |

| Kelebek Vana | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | $\theta^\circ$ | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | k | 0.20 | 0.24 | 0.52 | 1.54 | 3.91 | 10.8 | 32.6 | 118 | 751 |

| Cekvalf | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | 0.8 1.5 |
|---|---|---|

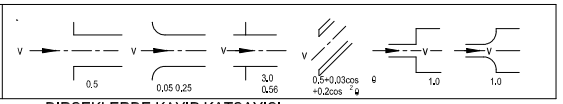
| Flapvalf | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | 0.2 1.0 |
|---|---|---|

| Oturmal Cekvalf | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | | 1/2" | 3/4" | 1" |
|---|---|---|---|---|---|
| | | k | 13.6 | 6.47 | 6 |

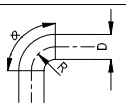
| Kuresel Vana | $h = k \frac{v^2}{2g}$ | $\theta^\circ$ | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 | 82 1/2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | k | 0.05 | 0.29 | 1.56 | 5.47 | 17.3 | 52.6 | 106 | 206 | 486 | |

### HAZNE GIRIS VE CIKISLARINDA KAYIP KATSAYISI

$h = k \frac{v^2}{2g}$



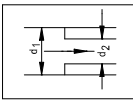

### DIRSEKLERDE KAYIP KATSAYISI



$h = k \frac{v^2}{2g}$

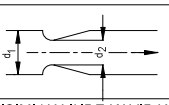
| R/D | 1 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\theta^\circ = 15$ | 0.12 | 0.07 | 0.06 | 0.054 | 0.054 | 0.054 | 0.054 |
| $22.5^\circ$ | 0.146 | 0.085 | 0.072 | 0.068 | 0.067 | 0.066 | 0.066 |
| $45^\circ$ | 0.208 | 0.12 | 0.104 | 0.095 | 0.094 | 0.093 | 0.093 |
| $60^\circ$ | 0.24 | 0.137 | 0.12 | 0.110 | 0.110 | 0.109 | 0.109 |
| $90^\circ$ | 0.29 | 0.17 | 0.145 | 0.134 | 0.133 | 0.132 | 0.132 |

### ORIFS VE VENTURILERDE



$h = \left(\frac{1}{m} - 1\right)^{2,75} \frac{v^2}{2g}$ 1.56

$m = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$



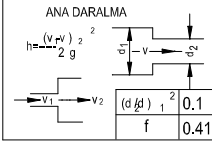
$h = k \frac{v^2}{2g} : m = (d_1/d_2)^2$

| 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.2 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0.28 |

### AKIS KESITLERININ DEGISIMI HALINDE KAYIP KATSAYILARI

ANA DARALMA

$h = \frac{(v_2 - v_1)^2}{2g}$



| $(d_2/d_1)^2$ | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| f | 0.41 | 0.38 | 0.29 | 0.19 | 0.09 | 0 |

ANI GENISLEME

$h = k \frac{v^2}{2g}$

REDUKSIYONLA GENISLEME

$h = k \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$

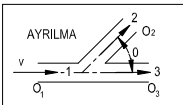
| $\theta^\circ$ | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| f | 0.2 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.18 | 0.28 |



REDUKSIYONLA DARALMA

$h = \frac{0.025}{8 \sin \theta / 2} \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$

### AKIS KESITLERININ DEGISIMI HALINDE KAYIP KATSAYILARI




AYRILAN BORUDAKI DURUM ( V AYRILMA ONCESI AKIS HIZI )

ANA BORUDAKI KAYIP $h_{(1-3)} = k_1 \frac{v^2}{2g}$ BAGLI BORUDAKI KAYIP $h_{(1-2)} = k_2 \frac{v^2}{2g}$

BIRLESEN BORUDAKI DURUM( V BIRLESME SONRASI AKIS HIZIDIR.)

ANA BORUDAKI KAYIP $h_{(1-3)} = k_1 \frac{v^2}{2g}$ BAGLI BORUDAKI KAYIP $h_{(1-2)} = k_2 \frac{v^2}{2g}$

$k_1$ VE $k_2$ KATSAYILARININ ORNEKLERI ASAGIDA GOSTERILIYOR

| | | | $A_1/A_2 = 1$ | | | | $A_1/A_2 = 2.96$ | | | | $A_1/A_2 = 8.22$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\theta = 90^\circ$ | | $\theta = 45^\circ$ | | $\theta = 90^\circ$ | | $\theta = 45^\circ$ | | $\theta = 90^\circ$ | | $\theta = 45^\circ$ | |
| | | | $k_1$ | $k_2$ | $k_1$ | $k_2$ | $k_1$ | $k_2$ | $k_1$ | $k_2$ | $k_1$ | $k_2$ | $k_1$ | $k_2$ |
| AYRILAN BORU | $Q_2$ | 0 | 0.05 | 0.96 | 0.04 | 0.89 | 0.20 | 1.30 | 0.00 | 0.92 | | 0.98 | -0.01 | 1.00 |
| | | 0.2 | 0.08 | 0.88 | -0.07 | 0.67 | -0.15 | 1.50 | -0.05 | 0.50 | | 2.95 | -0.03 | 1.10 |
| | | 0.4 | 0.05 | 0.89 | -0.04 | 0.50 | -0.05 | 2.35 | -0.03 | 0.60 | | 8.83 | 0.00 | 6.00 |
| | $Q_1$ | 0.6 | 0.07 | 0.96 | 0.06 | 0.37 | 0.05 | 4.30 | 0.07 | 1.30 | | 19.4 | 0.10 | 14.0 |
| | | 0.8 | 0.21 | 1.10 | 0.20 | 0.33 | 0.20 | - | 0.20 | 2.80 | | 31.3 | 0.21 | 27.0 |
| | | 1.0 | 0.35 | 1.29 | 0.33 | 0.47 | 0.30 | - | 0.35 | 5.00 | | - | 0.34 | 44.6 |
| BIRLESEN BORU | $Q_2$ | 0 | 0.04 | -1.01 | 0.04 | 0.91 | 0.30 | -0.70 | 0.00 | -1.00 | | -1.18 | 0.00 | -1.00 |
| | | 0.2 | 0.18 | -0.41 | 0.17 | 0.37 | 0.50 | 0.20 | 0.10 | -0.10 | | 2.34 | -0.10 | 2.00 |
| | | 0.4 | 0.30 | 0.08 | 0.18 | 0.00 | 0.77 | 1.25 | -0.20 | 0.75 | | 11.6 | -1.10 | 7.50 |
| | $Q_1$ | 0.6 | 0.40 | 0.46 | 0.06 | 0.22 | 1.00 | 2.75 | -0.70 | 2.10 | | 29.1 | -2.90 | 19.5 |
| | | 0.8 | 0.50 | 0.72 | 0.17 | 0.37 | 1.25 | 4.75 | -1.50 | 3.70 | | - | -5.70 | 35.0 |
| | | 1.0 | 0.60 | 0.91 | 0.54 | 0.37 | 1.50 | 7.30 | -2.89 | 5.53 | | - | -9.62 | 54.5 |

## Tablo : 6 Ölçü birimleri ve Dönüşümleri

| | |
|---|---|
| US | : Amerikan ölçü birimi |
| UK,imperial | : İngiliz ölçü birimi |

### 6.1 Uzunluk

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm = $10^6$ μm (mikron)
1 m = 3.28 ft
1 inch (in.) = 1″ = 25,4 mm
1 foot (ft) = 12 inch = 0,3048 m
1 yard (yd) = 63 inch = 0,9144 m
1 deniz mili (nautical mile, uluslararası) = 1852 m
1 kara mili (US, statute mile) = 1609,344 m
1 angtrom = $10^{-10}$ m
1 fathom = 2 yard = 1,8288 m
1 rod = 5.5 yard = 20,117 m
1 chain = 22 yard 201,168 m
1 milli inch (mil) = 0,001 inch

### 6.2 Alan

1 $m^2$ = 100 $dm^2$ = $10^4$ $cm^2$ = $10^6$ $mm^2$
1 square inch (sq in, $inch^2$ ) = 6,4516 $cm^2$
1 square foot /sq ft, $foot^2$ ) = 929,03 $cm^2$
1 ar (a) = 100 $m^2$
1 dekar (da) = 1000$m^2$
1 hektar (ha) = 10.000$m^2$
1 township = 36 $mil^2$ (kara mili) = 93,2396
1 $rod^2$ (sg rd) = 25,29 $m^2$
1 rood = 40 $rod^2$ = 1011 , 714 $m^2$
1 acre = 4 rood = 4047 $m^2$
1 $mil^2$ (kara mili) = 2,59 $km^2$
1 $yard^2$ ($yd^2$, sq yd) = 0,8361 m2

### 6.3 Hacim

1 $m^3$ = 1000 $dm^3$ = $10^6$ $cm^3$
1 litre (l) = 1 $dm^3$ = 1000 $cm^3$
1 cubic inch ( cu in, $inch^3$) = 16,387 $cm^3$
1 cubic foot ( cu ft, $foot^3$) 28,3168 $dm^3$
1 US gallon (kuru madde) = 4,4048 $dm^3$
1 US quart (kuru madde) = 1,101 dm3
1 US pint (kuru madde) = 0,5506 $dm^3$
1 cubic yard (cu yd, $yard^3$) = 0,764555 $m^3$
1 bushel (US) = 8 US gallon (kuru madde) = 35,239 $dm^2$
1 register ton (RT) = 100 cu ft = 2,832 $m^3$
1 acre foot = 1233,48 $m^3$
1 gill (US) = 0,0001183 $m^3$
1 gill (KU) = 0,0001421 $m^3$
1 peck (US) = 0,00881 $m^3$

### Akışkanlar için özel hacim birimleri

1 US gallon = 3,7854 dm3 = 8 pints (US) = 4 quarts (US)
1 imperial gallon (UK gallon) = 4,546 dm3
1 barrel (US) = 0,11924 m3 = 31,5 gallon (US)
1 US barrel (ham petrol ölçüsü) = 42 US gallon = 0,1593
1 pint (imperial pt.) = 0,5683 dm3
1 pint (US, pt) = 0,4732 dm3
1 guart (US, qt) = 2 US pint = 0,9464 dm2
1 guart (imperial, qt) = 2 pint (imperial) = 1,1365 dm3
1 fluid ounce (US) = 0,02957 dm3
1 dram (US) = 3,6967 cm3

## 6.4 Basınç

1 kgf/cm3=1kp/cm2=0,9806 bar=10m $H_2O$ ($4^oC$)
1 mbar = 0,001 bar= 100Pa
1 kPa= 0,01 bar
1 Mpa= 10 bar
1 m $H_2O$ ($4^oC$)= 0,09806 bar
1 torr= 1 mm Hg ($0^oC$)= $1,333.10^{-3}$ bar
1 cm Hg ($^oC$)= 0,013332 bar
1 ft $H_2O$ ($4^oC$)= 0,02989
1 inch $H_2O$ ($4^oC$)= 2,49110 bar
1 inch Hg ($^oC$)= 0,03386 bar
1 psi (pound square inch, $lbf/inch^2$)= 0,06895 bar
1 $lbf/ft^2$=$0,4788.10^{-3}$ bar
1 $ozf/in^2$= 43,1 Pa
1 atmosfer (atm)(standart)= 1,01325 bar= 760 mmHg ($0^oC$)
1 atmosfer (atm)(standart)= 10,335 m$H_2O$ ($4^oC$)= 1,0332 $kgf/cm^2$
1 atmosfer (atm)(standart)= 1,0332 kp/cm2= 14,696 psi
1 bar= 0,98692 atm (standart)= 750,06 mmHg ($0^oC$)
1 bar= 10,197 m $H_2O$($4^oC$)= 1,0197 $kg/cm^2$)= 1,0197 $kgf/cm^2$
1 bar= 33,456 ft $H_2O$ ($4^oC$)
1 Teknik atmosfer (at)= 1kp/cm2=1 kgf/cm2=10 m $H_2O$ ($4^oC$)
1 $kp/m^2$= 1mm $H_2O$
0,102m= 1kPa
100kPa= 10,2 mSS

## 6.5 Hacim debisi

1 m3/h = 0,2778.10-3-m3/s
1 dm3/dak = 0,01667.10-3 m3/s = 0,060 m3/h
1 dm3/s = 0,001 m3/s = 3.6 m3/h
1 U.S. gollon per minute (U.S. gpm) = 630,9m3/s = 0,2271m3/h
1 imp  gallon per minute (U.K. gpm) = 757,7 m3/s = 0,2728 m3/h
1 m3/h = 4,405 U.S. gpm = 3.663 imp gallon per minute
1 cubic foot per second (cuses, ft3/s) = 0,02832 m3/s = 101,94 m3/h
1 cubic yard per second = 0,7646 m3/s = 2752,4 m3/h

## 6.6 Kütle debisi

1 kg/dak. = 0,01667 kg/s
1 t/h = 0,2778 kg/s
1 t/dak = 16,67 kg/s
1 oz/s = 28,35 g/s
1 lb/s = 0,4536 kg/s
1 lm/min = 0,00756 kg/s
1 short ton per hour (shtn/h) = 0,2520
1 long ton per hour (ltn/h) 0,2822 kg/s
1 $m^3/h$= 16,66 lt/dak
1 lt/dak= 0,06 $m^3/h$
100 GPM= 22,71 $m^3/h$
1 kg/sn $\approx$ 1 lt/sn (su için)

## 6.7 Yoğunluk

1 g/cm3= 1000 kg/m3
1 kg/dm3 =1000 kg/m3
1 pound per cubic foot ( lb/cuft.,lb/ft3)= 0,0160 kg/dm3
1 pound per cubic inch ( lb/cu.in,lb/in3)= 27,68 kg/dm
1 slug / ft3 = 515,38 kg/m3
1 ounce per cubic inch (oz/cu.in) = 1,73 kg/dm3
1 pound per gallon-Amerikan (lb/gallon) = 119,8 kg/m3
1 pound per gallon-İngiliz (lb/gallon) = 99,79 kg/m3
Bağıl Yoğunluk (SG, sg, sp, gr)
Boyutsuz olup aşağıda tanımlanmıştır.Bağıl yoğunluk aynı zamanda sıvının (g/cm3) birimindeki yoğunluğuna eşdeğerdir.

S.G. = (sıvının tanımlanan çalışma sıcaklığındaki yoğunluğu) / (Suyun + 4°C sıcaklıktaki yoğunluğu)
Suyun + 4°C'de yoğunluğu = 1000kg/$m^3$
+ 4°C'de suyun bağıl yoğunluğu = 1.
(Bağıl yoğunluğu S.G = 1,16 olan sıvının yoğunluğu ρ = 1,16 g/cm3'dir)
60 °F (15,6 °C) sıcaklıktaki API derecesi ile bağıl yoğunluk arasındaki bağıntı:

$$\mathbf{SG=\frac{141.5}{131.5+° API}}$$

## 6.8 Özgül ağırlık

1 kgf /m3 = 9,81 N/m3
1 kp /m3 = 9,81 N/m3
1 lbt/ft3 = 157,09 N/m3

## 6.9 Kuvvet

1 N = 1 kg . m/s2
1 dyne = 10-5 N
1 kg kuvvet (kgf) = 9,806 N
1 kilopond (kp) = 9,806 N
1 ounce – force (ozf) = 0,278 N
1 pound – force (lbf) = 4,448 N
1 lbf = 1 slug ft /s2
1 poundal (pdl) = 0,13825 N
1 sthene (sn) 0,001 N
1 Nm = 9.806 kgm

## 6.10 Güç

$$1\ W = 1\ \frac{J}{s} = 1\ \frac{N\ .\ M}{s} = 1\ \frac{kg\ .\ M2}{s3}$$

1 kW = 1000 W
1 MW =$10^6$ W = 1000 kW
1 VA = 1W (görülen elektrik gücü)
1 VAr=1 W (reaktif elektrik güç
1 ft . lbf/s = 1,3558 W
1 BTU/s = 1055,06 W
1 BTU/h = 0,29307 W
1 HP (metrik) = 1 PS = 0,7355 kW
1 HP (elektrik) = 0,746 kW
1 HP (U.K) = 0,7457 kW
1 cat/h = 1,163 W
1 kcal/s = 4186,8 W

## 6.11 Enerji

1 J = 1 N.m = 1 kg m2/s2
1 erg = 10-7 J
1 W. s = 1 J
1 kWs = 1000 J
1 kWs = 3,6 . 106 J 860 kcal
1kp . m = 9,81 J
1 cal = 4,1868 J
1 kcal = 4186,8 J = 4,1868 kJ
1 british Thermal Unit (BTU) = 1055 J = 1,055 kJ
1 ft . lbf = 1,3558 J
1 therm = 108 BTU = 105,5 MJ
1 thermie = 1000 frigories = 4,1855

## 6.12 Kütle

1 gram (g) = 0,001 kg
1 ton (t) = 1000 kg
1 slug = 14,594 kg
1 ounce (oz, oz av) = 28,35 g
1 pound (lb, lbm) (avoirdupois) = 0,4536 kg = 7000 grain = 256 dram = 16 oz av
1 pound (troy) = 0,3732 kg
1 stone (st) = 14 lb = 6,3503
1 short hundredweight (sh cwt) = 4 US quarters = 45,3592 kg
1 long hundred weight (l cwt) = 4 UK quarters = 50,8024 kg
1 hundredweight (cwt) = 50,8024 kg
1 short ton (shtn) = 907,19 kg = 2000 lb
1 long ton (ltn) = 1016,05 kg= 20 cwt
1 grain (gr) = 0,0648 g
1 pound mass (lbm) = 0,4536 kg
1 dram (dm,dm av) = 1,772g
1 metrik karat (Kt) = 0,2 g
1 ounce (troy) = 31,10 g
1 pennyweight (dwt) = 1,555 g
1 gram (avoirdupois) = 1,7718 g
1 gram (troy) = 3,8879 g

## 6.13 Hız

1 km/h = 0,2778 m/s
1 foot per second (ft/s) = 0,00508 m/s
1 foot per minute (ft/min) = 0,9144 m/s
1 yard per second (yd/s) = 0,01524 m/s
1 yard per minute (yd/min) = 0,01524 m/s
1knot (international) = 0,5144 m/s = 1,852 km/h = 1 deniz mili / h = 1,1516 mph
1 mile per hour (mph) (US statute) = 1,6093 km/h = 0,447 m/s

## 6.14 Vizkozite

Dinamik veya mutlak viskoziteler
1.Paç S = 1 N s/m2 = 1 kg/s . m
1 Poise (P) = 0,1 Pa .s
1 centi Poise (cP) = 0,001 Pa . s
1 kgf.s/m2 = 9,81 Pa . s
1 ıbm/ft . s = 1,4882 Pa . s
1 lbf.s/ft2 . = 47,88 Pa . s
1 slug/ ft . s = 47,88 Pa . s
Kinematik viskozite

1 stoke (St) = 1 cm2 /s = 100mm2/s = 10-4 m2/s
1 centi Stoke (cSt) = 1 mm2/s = 0,01 St = 10-6 m2/s
1 St = 100 cSt
1 ft2/s = 0,09290 m2/s 92903 Cst
Mutlak (Dinamik) ve kinematik viskoziteler arasında bağıntılat
Mutlak (Dinamik) Viskozite = Yoğunluk x Kinematik Viskozite

$\mu = \rho . \nu$

μ (Pa . s) =ρ (kg /m3) . ν (m2/s)
μ (Pa . s) =1000 ρ (g/cm3) . ν (m2/s)
μ (Pa . s) = 0,001 . ρ ( g/cm3) . ν(cST)
μ (cP) = ρ (g/cm3) . ν(cSt)
μ (lbf . s/ft2) = 0,03108 . ρ (lb/ft3) ν (ft2/s)
μ (cP) = 1488,16 . ρ (lb/ft3) ν (ft2/s)
μ (kgf . s/m2) = 0,10109 . ρ (kg /m3) . ν(cts)
μ (Pa . s) = 0,001 . ρ (kg /dm3) . μ (cP)
μ (cP) = . SG . ν (cSt) , (SG = bağıl yoğunluk)

## 6.15 Moment, tork

1 N m=1kg m2/s2
1kgf m=9,807 n m
1foot-pound force(ft lbf)=1,356 N m
1inch-pound force(in lbf)=0,113 N m

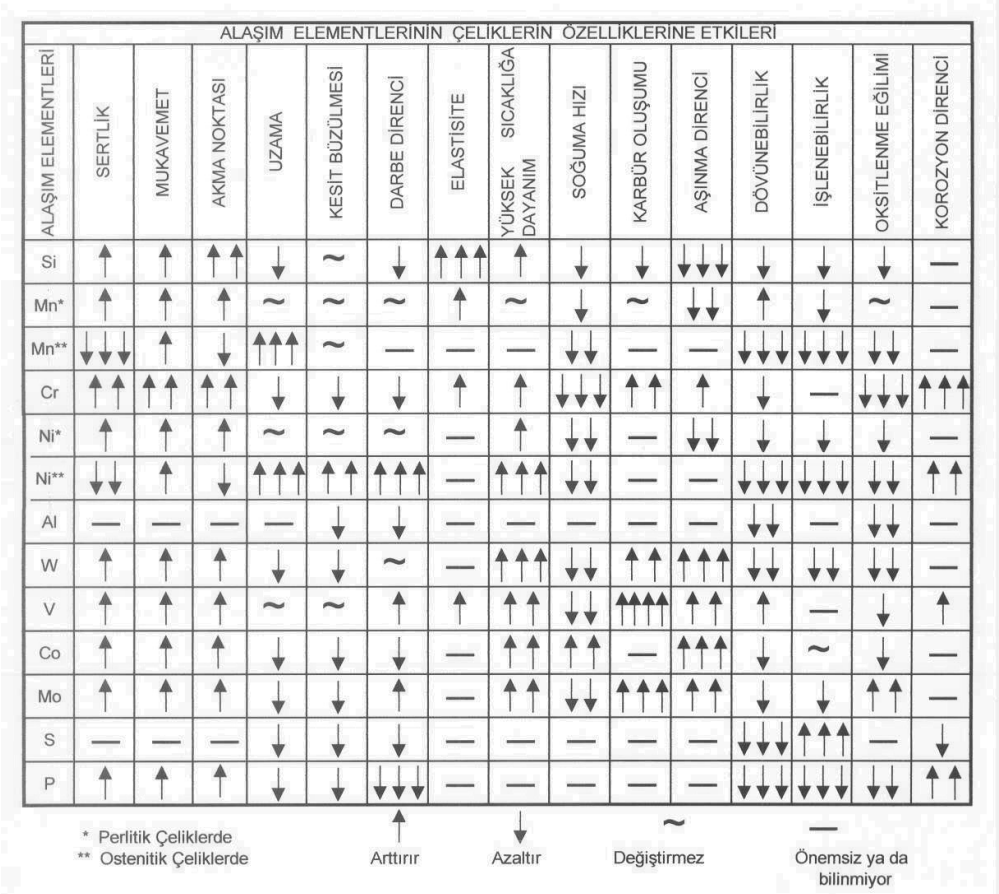
## 6.16 Dönme hızı (n),Açısal hız(ϖ)

1radyan/saniye(rad/s)=9,549 d/d=57,296 8/s=0,1592d/s
1devir /dak (d/d)=60 devir/s

## 6.17 Su sertliği

1GPG(grains/U S gallon)=0,01712 g/l

**Tablo : 7 Alaşım elementlerinin çeliklerin özelliklerine etkileri**




**Tablo : 8 Çok büyük ve çok küçük sayıların sembolleri**

| Katsayı ismi | Sembol | Kat sayı |
|---|---|---|
| tera | T | $10^{12}$ |
| giga | G | $10^{9}$ |
| mega | M | $10^{6}$ |
| kilo | k | $10^{3}$ |
| hecto | h | $10^{2}$ |
| deca | da | 10 |
| Deci | da | $10^{-1}$ |
| centi | c | $10^{-2}$ |
| milli | m | $10^{-3}$ |
| micro | µ | $10^{-6}$ |
| nano | n | $10^{-9}$ |
| pico | p | $10^{-12}$ |

**Tablo : 9 Yunan alfabesi karakterleri**

| Harf | | Adı |
|---|---|---|
| A | α | alfa |
| B | β | beta |
| Γ | γ | gama |
| Δ | δ | delta |
| E | ε | epsilon |
| Z | ζ | zeta |
| H | η | eta |
| Θ | θ | teta |
| I | ι | yota |
| K | χ | kapa |
| Λ | λ | lamda |
| M | μ | mü |
| N | ν | nü |
| Ξ | ξ | ksi |
| O | ο | omikron |
| P | ρ | ro |
| Π | π | pi |
| ∑ | σ | sigma |
| T | τ | to |
| Y | υ | ipsulon |
| Φ | φ | fi |
| X | χ | iks |
| Ψ | ψ | psi |
| Ω | ω | omega |

**Tablo : 10 Suyun pH değerinin sıcaklıkla değişimi**

| **Su Sıcaklıgı (℃)** | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Suyun pH degeri** | 7,5 | 7 | 7 | 6 | 6.1 | 5.9 | 5.7 | 5.6 | 5.6 |

**Tablo : 11 Çeşitli sıvıların yoğunluk ve viskoziteleri**

| Sıvı | Bağıl yoğunluk (SG) | Kinematik viskozite-ν (centistokes) | Sıcaklık t (℃) |
|---|---|---|---|
| Freon -12 | 1.33 | 0.27 | 21 |
| Gliserin (%100) | 1.26 | 648 / 176 | 21 / 38 |
| (%50 su) | 1.13 | 5.29 | 20 |
| Asetaldehid | 0.762 | 0.295 | 20 |
| Glikol - Propilen | 1.038 | 52 | 21 |
| Tirietilen | 1.125 | 40 | 21 |
| Dietilen | 1,12 | 32 | 21 |
| Etilen | 1,125 | 17.8 | 21 |
| Hidroklorik Asit (%31.5) | 1,05 | 1.9 | 20 |
| Cıva | 13,57 | 0,12/0,11 | 21 / 38 |
| Fenol (Karbolik Asit) | 0,95 - 1,08 | 11,8/1,17 | 18 / 90 |
| Soda Silikatı | 40 Bome | 79 | 38 |
| | 42 Bome | 138 | 38 |
| Toluen | 0.866 | 0,68 | 20 |
| Bromin | 2,9 | 0,34 | 20 |
| Madeni yağlar SAE 10 | 0,880-0,935(16℃) | 35 - 52 | 38 |
| SAE 20 | " | 52 - 87 | 38 |
| SAE 30 | " | 87 - 125 | 38 |
| SAE 40 | " | 125 - 206 | 38 |
| SAE 50 | " | 206-352/16-22 | 38/99 |
| SAE 60 | " | 352-507/22-26 | 38/99 |
| SAE 70 | " | 507-682/26-32 | 38/99 |
| SAE 80 | " | 22000 (maks) | -18 |
| SAE 90 | " | 173 - 325 | 38 |
| SAE 140 | " | 206-507/25-43 | 54/99 |
| SAE 150 | " | 43 (min) | 99 |
| SAE 10W | " | 1295-2590 | -18 |
| SAE 20W | " | 2590-10350 | -18 |
| SAE 75W | " | 4.2 | 99 |
| SAE 80W | " | 7.0 | 99 |
| SAE 85W | " | 11.0 | 99 |

**Tablo : 12 Fuel-Oil'lerin viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi**

| Sıcaklık (℃) | Kinematik Viskozite - ν ($mm^2/s$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Fuel - oil No | | | | |
| | 2 | 4 | 5 - hafif | 5 - ağır | 6 |
| -20 | 9 - 30 | 100-2 000 | 550 - 12 000 | 20 000 - 100 000 | - |
| -10 | 6 - 17 | 50 - 700 | 1400 -3 000 | 5 000 - 20 000 | - |
| 0 | 4,5 - 11 | 29 - 280 | 500 - 1000 | 1 400 - 5 000 | 7 000 - 200 000 |
| 10 | 3 - 7 | 17 -120 | 200 - 400 | 550 - 1 700 | 2 300 - 50 000 |
| 20 | 2,6 - 6 | 11 - 60 | 90 - 200 | 240 - 600 | 900 - 13 000 |
| 40 | 1,8 - 3,5 | 6 - 22 | 30 - 60 | 70 - 140 | 180 - 1500 |
| 60 | - | 3,5 - 11 | 13 - 25 | 30 - 50 | 65 - 350 |
| 80 | - | 2,4 - 6 | 7 - 13 | 14 - 22 | 26 - 100 |
| 100 | - | 1,8 - 4 | 4,3 - 7,5 | 8 - 12 | 14 - 42 |
| 120 | - | - | 3 - 5 | 5,2 - 7,3 | 8,5 - 21 |
| 140 | - | - | 2,2 - 3,5 | 3,6 - 4,8 | 5,4 - 12 |

**Tablo : 13 Çeşitli sıvıların kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi**

| SIVI | | Kinematik Viskozite -v ($mm^2/s$) Sıcaklık (℃) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -10 | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Ham Petrol | SG=0,925 SG=855 | 40 | 310 16 | 75 7 | 21 4.6 | 15 3.5 | 10 2.7 | 7 2.2 |
| Gözyağı, SG =0,79-0,81 | | - | 4 | 2.3 | 1.7 | 1.3 | 1.1 | 0.9 |
| Benzin, SG=0,716 | | - | 0.8 | 0.62 | 0.5 | 0.41 | - | - |
| SG=0,784 | | - | 1.05 | 0.81 | 0.66 | 0.55 | - | - |
| SG=0680 | | - | 0.54 | 0.43 | 0.35 | 0.3 | - | - |
| Karbon tetraklorür | | - | 2.4 | 1.4 | 1 | 0.75 | 0.56 | 0.46 |
| Gliserin | | - | 80 000 | 1 000 | 300 | 80 | 30 | 10 |
| Civa | | 0.15 | 0.15 | 0.13 | 0.12 | 0.1 | 0.1 | 0.09 |
| Tuzlu su (%20 NaCI) SG= 1,18 | | - | 2.3 | 1.3 | 0.9 | - | - | - |
| Şeker pekmezi SG= 1,42 | | - | - | 2 000 | 410 | 140 | 55 | 27 |
| Etil alkol | | - | 2.5 | 1.5 | 1 | 0.75 | 0.56 | 0.46 |
| Freon - 22 | | 0.21 | 0.2 | 0.2 | 0.19 | - | - | - |
| Amonyak | | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.35 | - | - | - |
| Karbon dioksit | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | - | - | - | - |
| Metil klorür | | 0.29 | 0.28 | 0.26 | 0.25 | 0.24 | - | - |
| Şekerli eriyik | % 10 | - | 2.5 | 1.3 | 0.8 | 0.57 | - | - |
| | % 20 | - | 3.5 | 1.8 | 1.1 | 0.75 | - | - |
| | % 40 | - | 12 | 5.4 | 2.8 | 1.7 | - | - |
| | % 60 | - | 170 | 45 | 16 | 8 | - | - |
| | % 70 | - | 2500 | 350 | 85 | 30 | - | - |
| | % 76 | - | - | 4 000 | 400 | 90 | - | - |
| Dowtherma A SG= 1,056 | | - | - | 4.6 | 2.9 | 2 | 1.4 | 1.1 |
| Kükürt Dioksit | | 0,30 | 0.26 | 0.22 | 0.19 | - | - | - |

**Tablo : 14 Madeni yağların (SAE) kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi (S.G.=0,82-0,95)**

| SAE No | Kinematik Viskozite : v ($mm^2/s$) Sıcaklık (℃) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -15 | -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| 50 | 30 000 | 19 000 | 6 000 | 2 100 | 900 | 420 | 220 | 80 | 37 | 20 |
| 40 | 20 000 | 10 000 | 3 500 | 1 400 | 600 | 290 | 155 | 60 | 28 | 15 |
| 30 | 10 000 | 5 500 | 2 000 | 750 | 370 | 190 | 105 | 41 | 20 | 12 |
| 20W-40 | 8 000 | 3 500 | 1 400 | 650 | 305 | 170 | 105 | 43 | 23 | 14 |
| 20W-20 | 4 500 | 2 700 | 950 | 400 | 200 | 110 | 70 | 29 | 15 | 9 |
| 10W | 2 000 | 950 | 400 | 200 | 110 | 70 | 40 | 20 | 11.5 | 7 |
| 10W-30 | 2 000 | 1 000 | 500 | 250 | 140 | 85 | 60 | 29 | 16 | 10 |
| 5 W -20 | 800 | 430 | 210 | 125 | 70 | 42 | 29 | 15 | 9 | 6 |

**Tablo : 15 Çeşitli içecek ve maddelerin pH değerleri**

| Sıvı | pH Derecesi |
|---|---|
| Hafif içkiler | 2,0 -4,0 |
| Limon | 2,2 - 2,4 |
| Sirke | 2,4 - 3,4 |
| Şarap | 2,8 - 3,8 |
| Erik | 2,8 - 3,0 |
| Elma | 2,9 - 3,3 |
| Greyfurt | 3,0 - 3,3 |
| Portakal | 3,0 - 4,0 |
| Çilek | 3,0 - 3,5 |
| Üzüm | 3,5 - 4,5 |
| Zeytin | 3,6 - 3,8 |
| Kayısı | 3,6 - 4,0 |
| Domates | 4,0 - 4,4 |
| Bira | 4,0 - 5,0 |
| Şalgam | 5,2 - 5,6 |
| Süt | 6,3 - 6,6 |
| İçme suyu | 6,5 - 8,0 |
| Yumurta akı (taze) | 7,6 - 8,0 |
| Deterjan | 9,0 - 14,0 |

**Tablo : 16 Çeşitli sıvıların normalite değerlerine göre pH değerleri**

| | Sıvı | Normalite | Kütle oranı (1) (%) | 25 ℃ sacaklıkta pH - değeri |
|---|---|---|---|---|
| ASİT | Hidroklorik asit | N | 3.6 | 0.1 |
| | " | 0.1 N | 0.36 | 1.1 |
| | " | 0.01 N | 0.036 | 2.0 |
| | Sülfürik asit | N | 4.9 | 0.3 |
| | " | 0.1 N | 0.49 | 1.2 |
| | " | 0.01 N | 0.049 | 2.1 |
| | Kükürt | 0.1 N | | 1.5 |
| | Oksalik asit | 0.1 N | | 1.6 |
| | Tartarik asit | 0.1 N | | 2.2 |
| | Sitrik asit | 0.1 N | | 2.2 |
| | Formik asit | 0.1 N | | 2.3 |
| | Laktik asit | 0.1 N | | 2.4 |
| | Asetik asit | N | | 2.4 |
| | " | 0.1 N | 6 | 2.9 |
| | " | 0.01 N | 0.6 | 3.4 |
| | Karbonik asit (doymuş) | | 0.06 | 3.8 |
| | Hidrojen sülfür | 0.1 N | | 4.1 |
| | Hidrosiyonik asit | 0.1 N | | 5.1 |
| | Borik asit | 0.1 N | 0.2 | 5.2 |
| BAZ | Sodyum hidrokarbonat | | 0.42 | 8.4 |
| | Boraks | 0.1 N | 139 | 9.2 |
| | Kalsiyum karbonat(doymus) | | | 9.4 |
| | Amonyak | 0.01 N | 0.017 | 10.6 |
| | " | 0.1 N | 0.17 | 11.1 |
| | " | N | 1.7 | 11.6 |
| | Sodyum karbonat | 0.1 N | | 11.6 |
| | Sodyum Hidroksit | 0.01 N | 0.04 | 12.0 |
| | " | 0.1 N | 0.4 | 13.0 |
| | " | N | 4.0 | 14.0 |
| | Potasyum hidroksit | 0.01 N | 0.056 | 12.0 |
| | " | 0.1 N | 0.56 | 13.0 |
| | " | N | 5.6 | 14.0 |
| | Kireç (doymuş) | | | 12.4 |

1) : Kütle oranı = Tanımlanan maddenin % olarak, çözeltinin toplam kütlesi içindeki oranı

**Tablo : 17 Bazı gazların standart atmosfer basıncında ($p_{atm,mutlak}$=1,01325 bar) fiziksel özellikler**

| Gaz | Sıcaklık (°C) | Yoğunluk ρ (kg/m$^3$) | Dinamik Viskozite μ (Pa.s) | Gaz Sabiti R (J /kg.K) | Özgül Isılar Oranı k |
|---|---|---|---|---|---|
| Hava (Standart) | 15 | 1.225 | $1,79.10^{-5}$ | 286.9 | 1,40 |
| Karbondioksit | 20 | 1.83 | $1,47.10^{-5}$ | 188.9 | 1,30 |
| Hidrojen | 20 | 0.0838 | $0,884.10^{-5}$ | 4124 | 1.41 |
| Metan | 20 | 0.667 | $1,10.10^{-5}$ | 518.3 | 1,30 |
| Azot | 20 | 1.16 | $1,76.10^{-5}$ | 296.8 | 1,40 |
| Oksijen | 20 | 1.33 | $2.04.10^{-5}$ | 259.8 | 1,40 |
| Bütan | 27 | 2.38 | $0,75.10^{-5}$ | 143 | 1,09 |
| Propan | 27 | 1.79 | $0,81.10^{-5}$ | 188 | 1,13 |
| Doğalgaz(%85 metan) | 15 | L - 0,61<br>H - 0,64 | $1,2.10^{-5}$<br>$1,1.10^{-5}$ | 459<br>470 | 1,32<br>1,31 |
| Klor | 0 | 3.21 | $1,4.10^{-5}$ | 117.3 | 1,37 |
| Karbonmonoksit | 0 | 1.25 | $1,8.10^{-5}$ | 297.1 | 1,40 |
| Helyum | 30 | 0.166 | $1,97.10^{-5}$ | 2079 | 1,66 |
| Su buharı | 100 | 0.598 | $1,2.10^{-5}$ | - | - |

**Tablo : 18 Hava basıncının deniz seviyesinden yükselti ile değişimi**

| Deniz seviyesinden itibaren yükselti z (m) | Hava basıncı, $H_a$ | |
|---|---|---|
| | (m) | (Torr) |
| 0 | 10,33 | 760 |
| 100 | 10,20 | 751 |
| 200 | 10,08 | 742 |
| 300 | 9,97 | 733 |
| 400 | 9,85 | 724 |
| 500 | 9,73 | 716 |
| 600 | 9,62 | 707 |
| 700 | 9,50 | 698 |
| 800 | 9,40 | 690 |
| 900 | 9,30 | 682 |
| 1000 | 9,20 | 674 |
| 1500 | 8,60 | 655 |
| 2000 | 8,10 | 598 |

**Tablo : 19 Suyun buharlaşma basıncının sıcaklıkla değişimi**

| Sıcaklık t (C$^o$) | Suyun buharlaşma basıncı | |
|---|---|---|
| | $h_b$ (m.Su S.) | $h_b$ (Torr) |
| 0 | 0.062 | 4.58 |
| 5 | 0.089 | 6.54 |
| 10 | 0.125 | 9.20 |
| 20 | 0.283 | 17.50 |
| 30 | 0.432 | 37.70 |
| 40 | 0.752 | 55.20 |
| 50 | 1.257 | 92.30 |
| 60 | 2.031 | 149.20 |
| 70 | 3.177 | 233.10 |
| 80 | 4.829 | 354.60 |
| 90 | 7.149 | 525.40 |
| 100 | 10.330 | 760.00 |

**Tablo : 20 Bazı metal alaşım ve katı cisimlerin yoğunlukları**

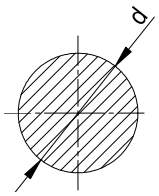
| Malzeme | Yoğunluk ($kg/m^3$) |
|---|---|
| Alüminyum | 2700 |
| Bakır | 8960 |
| Nikel | 8900 |
| Çinko | 7100 |
| Kalay | 7310 |
| Pirinç | 8470 |
| Kır dökme demir | 7200 |
| Dökme çelik | 7650 |
| Kurşun | 11350 |
| Magnezyum | 1740 |
| Platin | 21450 |
| Gümüş | 10500 |
| Paslanmaz Çelik | 8020 |
| Tungsten | 19300 |
| Uranyum | 18800 |
| Karbon çeliği (Demir) | 7860 |
| Altın | 19320 |
| Krom | 7200 |
| Alüminyum bronzu | 7800 |

| Malzeme | Yoğunluk ($kg/m^3$) |
|---|---|
| Silisyum | 2330 |
| Sodyum | 970 |
| Demir | 7870 |
| Titanyum | 4540 |
| Manganez | 7430 |
| Molibden | 10220 |
| Kadmiyum | 8640 |
| Asfalt | 1100 - 1500 |
| Tuğla | 1400 - 2200 |
| Beton | 2700 - 3000 |
| Kil | 1800 - 2600 |
| Jelatin | 1270 |
| Cam | 2400 - 2800 |
| Mermer | 2600 - 2840 |
| Lastik | 1100 - 1190 |
| Şeker | 1500 |
| Su | 1000 |
| Gürgen ağacı | 800 |
| Çam ağacı | 500 |

**Tablo : 21 Mühendislikte kullanılan bazı formüller**

**21-1 Alan hesapları**

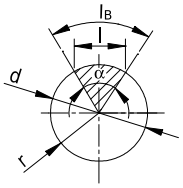
**a-Daire**




$$Çevre = U = \pi \cdot d$$

$$Alan = A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

**b-Daire dilimi**



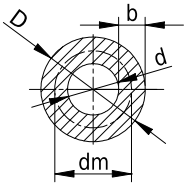

$$Alan = A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^0}$$

$$Alan = A = \frac{l_B \cdot r}{2}$$

$$l = 2 \cdot r \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$l_B = \frac{\pi \cdot r \cdot \alpha}{180^0}$$

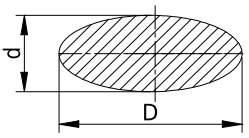
**c-Daire halkası**




$$Alan = A = \pi \cdot dm \cdot b$$

$$Alan = A = \frac{\pi}{4} \cdot \left(D^2 - d^2\right)$$

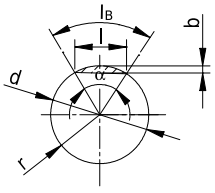
**d-Elips**




$$Çevre = U \approx \frac{\pi}{2} \cdot (D + d)$$

$$Alan = A = \frac{\pi \cdot D \cdot d}{4}$$

**e-Daire parçası**

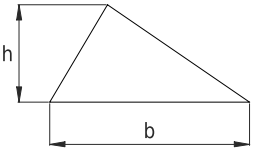



$$Alan = A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\alpha}{360^0} - \frac{l \cdot (r - b)}{2}$$

$$Alan = A = \frac{l_B \cdot r - l \cdot (r - b)}{2}$$

$$l = 2 \cdot r \cdot \sin\frac{\alpha}{2}$$

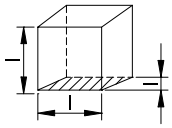
**f-Üçgen**




$$Alan = A = \frac{b \cdot h}{2}$$

## 21-2 Hacim hesapları

**a-Küp**

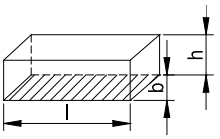



*Toplam Yüzey Alanı=*

$$A_0 = 6 \cdot l^2$$

$$Hacim = V = l^3$$

**b-Dikdörtgen prizma**

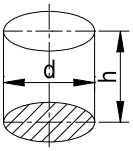



*Toplam Yüzey Alanı=*

$$A_0 = 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h)$$

$$Hacim = V = l \cdot b \cdot h$$

**c-Silindir**




*Toplam Yüzey Alanı=*

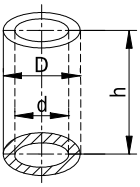
$$A_0 = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

*Yan Yüzey Alanı=*

$$A_M = \pi \cdot d \cdot h$$

$$Hacim = V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

**d-İçi boş silindir**

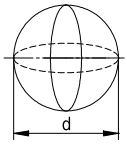



*Toplam Yüzey Alanı=*

$$A_0 = \pi \cdot (D + d) \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot (D - d) + h \right]$$

$$Hacim = V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot \left( D^2 - d^2 \right)$$

**e-Küre**



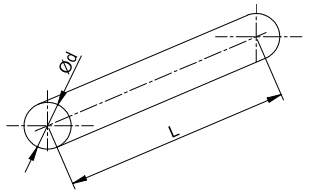

*Dış Yüzey Alanı=*

$$A_0 = \pi \cdot d^2$$

$$Hacim = V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$$

## 21-3 Ağırlık hesapları

### a-Yuvarlak demir mil

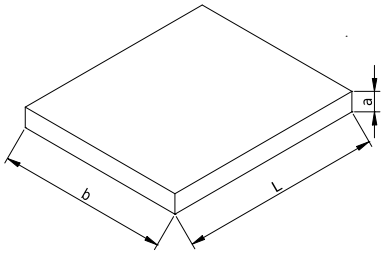



$$Alan = A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot 7{,}85$$

*Örnek:*
*Mil çapı Ød=Ø80mm*
*Boyu L=1000mm*

$$A = \frac{\pi \cdot (8cm)^2 \cdot (100cm) \cdot 7{,}85}{4 \cdot 1000} = 39{,}46kg$$

### b-Sac parça



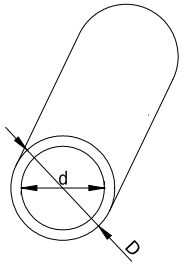

$$Alan = A = (a \cdot b \cdot L) \cdot 7{,}85$$

*Örnek:*
*a=30cm , b=50cm , L=200cm*

$$A = \frac{(30cm \cdot 50cm \cdot 200cm) \cdot 7{,}85}{1000} = 235{,}5kg$$

## 21-4 Açınım hesapları

### a-Borunun sac açınımı



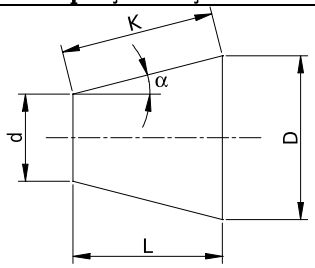

*Kesilecek sacın genişliği:*

$$U = \pi \cdot \left( \frac{D+d}{2} \right)$$

*Örnek:*
*Dış çap D=Ø110cm*
*İç çap d=Ø90cm*

$$U = \pi \cdot \left( \frac{110+90}{2} \right) = 315$$

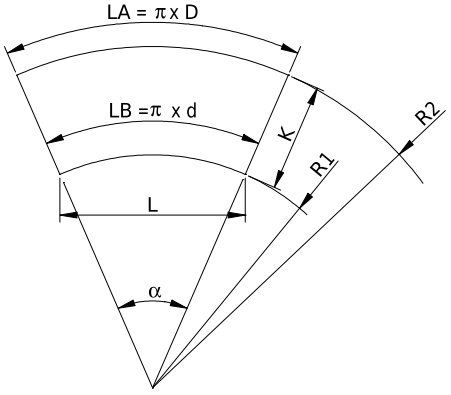
### b-Konik parçanın açınım hesabı




$$tg\alpha = \frac{D-d}{2L}$$

$$\cos\alpha = \frac{L}{K}$$

$$K = \frac{L}{\cos\alpha}$$




*Konik parçanın açınım hesabı:*

$$L_A \cdot 180 = R_2 \cdot \pi \cdot \varphi$$

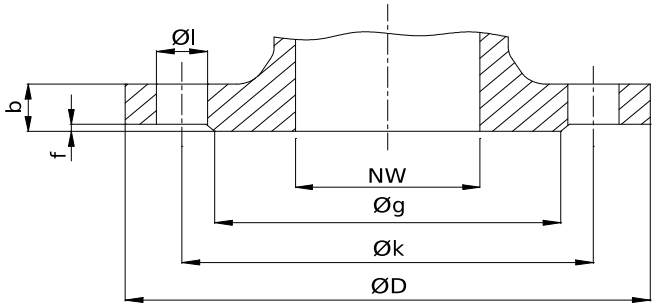
$$L = 2 \cdot R_1 \cdot \frac{\sin\varphi}{2}$$

$$\varphi^o = \frac{180 \cdot (D-d)}{K}$$

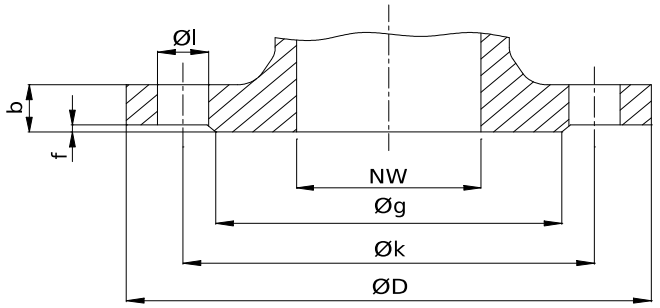
$$R_2 = \frac{D \cdot 180}{\varphi^o} \qquad R_1 = \frac{d \cdot 180}{\varphi^o}$$

**Tablo : 22 Flanş Normları**

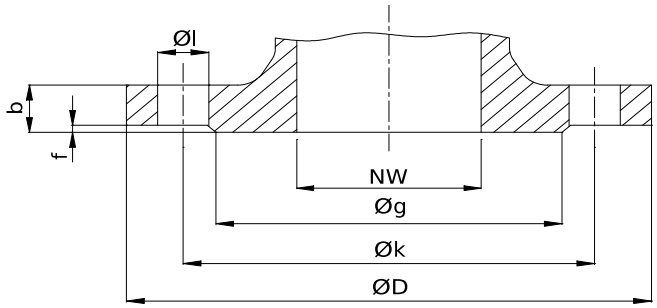
**22.1 TS EN 1092-2**



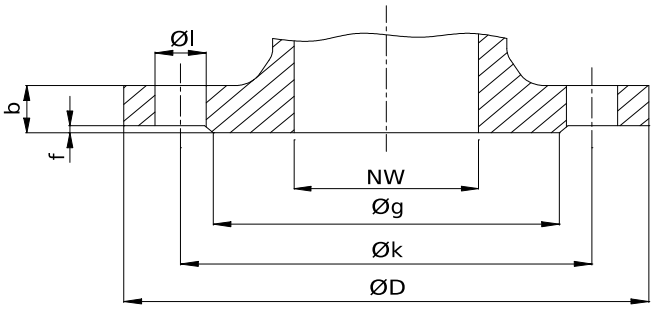

| PN6 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ∅D | b | ∅k | Adet | d | | ∅I | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 130 | 16 | 100 | 4 | M12 | 1/2 | 14 | 78 | 3 |
| 50 | 140 | 16 | 110 | 4 | M12 | 1/2 | 14 | 88 | 3 |
| 65 | 160 | 16 | 130 | 4 | M12 | 1/2 | 14 | 108 | 3 |
| 80 | 190 | 18 | 150 | 4 | M16 | 5/8 | 19 | 124 | 3 |
| 100 | 210 | 18 | 170 | 4 | M16 | 5/8 | 19 | 144 | 3 |
| 125 | 240 | 20 | 200 | 8 | M16 | 5/8 | 19 | 174 | 3 |
| 150 | 265 | 20 | 225 | 8 | M16 | 5/8 | 19 | 198 | 3 |
| 200 | 320 | 22 | 280 | 8 | M16 | 5/8 | 19 | 254 | 3 |
| 250 | 375 | 24 | 335 | 12 | M16 | 5/8 | 19 | 309 | 3 |
| 300 | 440 | 24 | 395 | 12 | M20 | 3/4 | 23 | 363 | 4 |
| 350 | 490 | 26 | 445 | 12 | M20 | 3/4 | 23 | 413 | 4 |
| 400 | 540 | 28 | 495 | 16 | M20 | 3/4 | 23 | 463 | 4 |
| 450 | 595 | 28 | 550 | 16 | M20 | 3/4 | 23 | 518 | 4 |
| 500 | 645 | 30 | 600 | 20 | M20 | 3/4 | 23 | 568 | 4 |
| 600 | 755 | 30 | 705 | 20 | M24 | 7/8 | 26 | 667 | 5 |
| 700 | 860 | 32 | 810 | 24 | M24 | 7/8 | 26 | 772 | 5 |
| 800 | 975 | 34 | 920 | 24 | M27 | 1 | 31 | 878 | 5 |
| 900 | 1075 | 36 | 1020 | 24 | M27 | 1 | 31 | 978 | 5 |
| 1000 | 1175 | 36 | 1120 | 28 | M27 | 1 | 31 | 1078 | 5 |
| 1200 | 1405 | 40 | 1340 | 32 | M30 | $1^1/_8$ | 34 | 1295 | 5 |



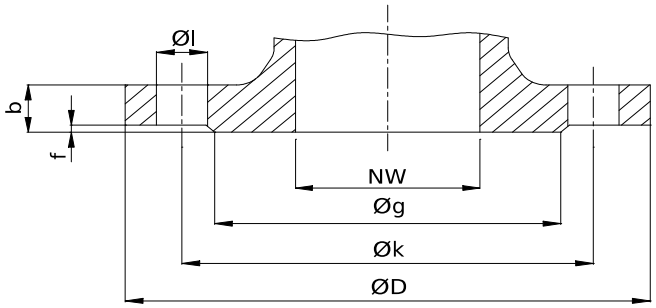

| PN10 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ØD | b | Øk | Adet | d | | Øl | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 150 | 18 | 110 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 84 | 3 |
| 50 | 165 | 20 | 125 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 99 | 3 |
| 65 | 185 | 20 | 145 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 118 | 3 |
| 80 | 200 | 22 | 160 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 132 | 3 |
| 100 | 220 | 24 | 180 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 156 | 3 |
| 125 | 250 | 26 | 210 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 184 | 3 |
| 150 | 285 | 26 | 240 | 8 | M 20 | 3/4 | 23 | 211 | 3 |
| 200 | 340 | 26 | 295 | 8 | M 20 | 3/4 | 23 | 266 | 3 |
| 250 | 395 | 28 | 350 | 12 | M 20 | 3/4 | 23 | 319 | 3 |
| 300 | 445 | 28 | 400 | 12 | M 20 | 3/4 | 23 | 370 | 4 |
| 350 | 505 | 30 | 460 | 16 | M 20 | 3/4 | 23 | 429 | 4 |
| 400 | 565 | 32 | 515 | 16 | M 24 | 7/8 | 28 | 480 | 4 |
| 450 | 615 | 32 | 565 | 20 | M 24 | 7/8 | 28 | 530 | 4 |
| 500 | 670 | 34 | 620 | 20 | M 24 | 7/8 | 28 | 582 | 4 |
| 600 | 780 | 36 | 725 | 20 | M 27 | 1 | 31 | 682 | 5 |
| 700 | 895 | 40 | 840 | 24 | M 27 | 1 | 31 | 794 | 5 |
| 800 | 1015 | 44 | 950 | 24 | M 30 | $1\ ^{1}/_{8}$ | 34 | 901 | 5 |
| 900 | 1115 | 46 | 1050 | 28 | M 30 | $1\ ^{1}/_{8}$ | 34 | 1001 | 5 |
| 1000 | 1230 | 50 | 1160 | 28 | M 33 | $1\ ^{1}/_{4}$ | 37 | 1112 | 5 |
| 1200 | 1455 | 56 | 1380 | 32 | M 36 | $1\ ^{3}/_{8}$ | 40 | 1328 | 5 |



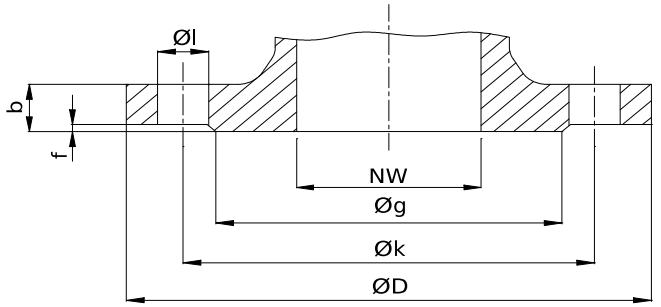

| PN16 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ØD | b | Øk | Adet | d | | Øl | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 150 | 18 | 110 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 84 | 3 |
| 50 | 165 | 20 | 125 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 99 | 3 |
| 65 | 185 | 20 | 145 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 118 | 3 |
| 80 | 200 | 22 | 160 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 132 | 3 |
| 100 | 220 | 24 | 180 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 156 | 3 |
| 125 | 250 | 26 | 210 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 184 | 3 |
| 150 | 285 | 26 | 240 | 8 | M 20 | 3/4 | 23 | 211 | 3 |
| 200 | 340 | 30 | 295 | 12 | M 20 | 3/4 | 23 | 266 | 3 |
| 250 | 405 | 32 | 355 | 12 | M 24 | 7/8 | 28 | 319 | 3 |
| 300 | 460 | 32 | 410 | 12 | M 24 | 7/8 | 28 | 370 | 4 |
| 350 | 520 | 36 | 470 | 16 | M 24 | 7/8 | 28 | 429 | 4 |
| 400 | 580 | 38 | 525 | 16 | M 27 | 1 | 31 | 480 | 4 |
| 450 | 640 | 40 | 585 | 20 | M 27 | 1 | 31 | 548 | 4 |
| 500 | 715 | 42 | 650 | 20 | M 30 | $1^1/_8$ | 34 | 609 | 4 |
| 600 | 840 | 48 | 770 | 20 | M 33 | $1^1/_4$ | 37 | 720 | 5 |
| 700 | 910 | 54 | 840 | 24 | M 33 | $1^1/_4$ | 37 | 794 | 5 |
| 800 | 1025 | 58 | 950 | 24 | M 36 | $1\ ^3/_8$ | 40 | 901 | 5 |
| 900 | 1125 | 62 | 1050 | 28 | M 36 | $1\ ^3/_8$ | 40 | 1001 | 5 |
| 1000 | 1255 | 66 | 1170 | 28 | M 39 | $1^1/_2$ | 43 | 1112 | 5 |
| 1200 | 1485 | - | 1390 | 32 | M 45 | - | 49 | 1328 | 5 |




| PN25 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ØD | b | Øk | Adet | d | | Øl | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 150 | 20 | 110 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 84 | 3 |
| 50 | 165 | 22 | 125 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 99 | 3 |
| 65 | 185 | 24 | 145 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 118 | 3 |
| 80 | 200 | 26 | 160 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 132 | 3 |
| 100 | 235 | 28 | 190 | 8 | M 20 | 3/4 | 23 | 156 | 3 |
| 125 | 270 | 30 | 220 | 8 | M 24 | 7/8 | 28 | 184 | 3 |
| 150 | 300 | 34 | 250 | 8 | M 24 | 7/8 | 28 | 211 | 3 |
| 200 | 360 | 34 | 310 | 12 | M 24 | 7/8 | 28 | 274 | 3 |
| 250 | 425 | 36 | 370 | 12 | M 27 | 1 | 31 | 330 | 3 |
| 300 | 485 | 40 | 430 | 16 | M 27 | 1 | 31 | 389 | 4 |
| 350 | 555 | 44 | 490 | 16 | M 30 | $1\ ^{1}/_{8}$ | 34 | 448 | 4 |
| 400 | 620 | 48 | 550 | 16 | M 33 | $1\ ^{1}/_{4}$ | 37 | 503 | 4 |
| 450 | 670 | 50 | 600 | 20 | M 33 | $1\ ^{1}/_{4}$ | 37 | 548 | 4 |
| 500 | 730 | 52 | 660 | 20 | M 33 | $1\ ^{1}/_{4}$ | 37 | 609 | 4 |
| 600 | 845 | 56 | 770 | 20 | M 36 | $1\ ^{3}/_{8}$ | 40 | 720 | 5 |
| 700 | 960 | - | 875 | 24 | M 39 | $1\ ^{1}/_{2}$ | 43 | 820 | 5 |
| 800 | 1085 | - | 990 | 24 | M 45 | - | 49 | 928 | 5 |
| 900 | 1185 | - | 1090 | 28 | M 45 | - | 49 | 1028 | 5 |
| 1000 | 1320 | - | 1210 | 28 | M 52 | - | 56 | 1140 | 5 |
| 1200 | 1530 | - | 1420 | 32 | M 52 | - | 56 | 1350 | 5 |

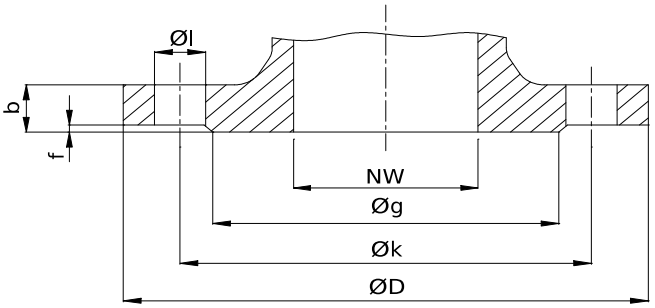



| PN40 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ∅D | b | ∅k | Adet | d | | ∅I | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 150 | 20 | 110 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 84 | 3 |
| 50 | 165 | 22 | 125 | 4 | M 16 | 5/8 | 19 | 99 | 3 |
| 65 | 185 | 24 | 145 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 118 | 3 |
| 80 | 200 | 26 | 160 | 8 | M 16 | 5/8 | 19 | 132 | 3 |
| 100 | 235 | 28 | 190 | 8 | M 20 | 3/4 | 23 | 156 | 3 |
| 125 | 270 | 30 | 220 | 8 | M 24 | 7/8 | 28 | 184 | 3 |
| 150 | 300 | 34 | 250 | 8 | M 24 | 7/8 | 28 | 211 | 3 |
| 200 | 375 | 40 | 320 | 12 | M 27 | 1 | 31 | 284 | 3 |
| 250 | 450 | 46 | 385 | 12 | M 30 | $1\ ^1/_8$ | 34 | 345 | 3 |
| 300 | 515 | 50 | 450 | 16 | M 30 | $1\ ^1/_8$ | 34 | 409 | 4 |
| 350 | 580 | 54 | 510 | 16 | M 33 | $1\ ^1/_4$ | 37 | 465 | 4 |
| 400 | 660 | 62 | 585 | 16 | M 36 | - | 40 | 535 | 4 |
| 450 | 685 | - | 610 | 20 | M36 | - | 40 | 560 | 4 |
| 500 | 755 | - | 670 | 20 | M 39 | $1\ ^1/_2$ | 43 | 615 | 4 |
| 600 | 890 | - | 795 | 20 | M 45 | - | 49 | 735 | 5 |

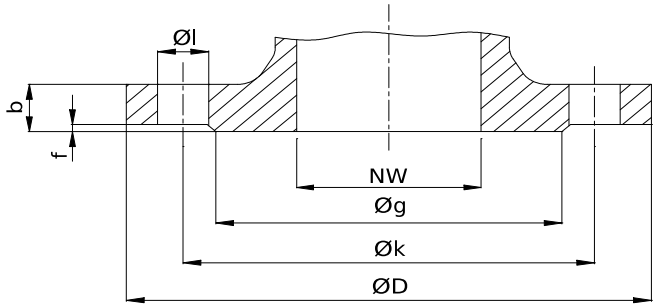



| PN50 FLANŞ BOYUTLARI (TS EN 1092-2) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP NW | FLANŞ | | | CIVATA | | | | g | f |
| | ØD | b (min.) | Øk | Adet | d | | Øl | | |
| | | | | | Metrik | With. | | | |
| 40 | 155 | 20.5 | 114.5 | 4 | M20 | 3/4 | 22 | 90 | 2 |
| 50 | 165 | 22.5 | 127 | 8 | M16 | 5/8 | 18 | 106 | 2 |
| 65 | 190 | 25.5 | 149.5 | 8 | M20 | 3/4 | 22 | 125 | 2 |
| 80 | 210 | 28.5 | 168 | 8 | M20 | 3/4 | 22 | 144 | 2 |
| 100 | 255 | 32 | 200 | 8 | M20 | 3/4 | 22 | 176 | 2 |
| 125 | 280 | 35 | 235 | 8 | M20 | 3/4 | 22 | 211 | 2 |
| 150 | 320 | 36.5 | 270 | 12 | M20 | 3/4 | 22 | 246 | 2 |
| 200 | 380 | 41 | 330 | 12 | M24 | 7/8 | 26 | 303 | 2 |
| 250 | 445 | 48 | 387.5 | 16 | M27 | 1 | 29.5 | 357 | 2 |
| 300 | 520 | 51 | 451 | 16 | M30 | $1\ ^1/_8$ | 32.5 | 418 | 2 |
| 350 | 585 | 54 | 514.5 | 20 | M30 | $1\ ^1/_8$ | 32.5 | 481 | 2 |
| 400 | 650 | 57 | 571.5 | 20 | M33 | $1\ ^1/_4$ | 35.5 | 535 | 2 |
| 450 | 710 | 60.5 | 628.5 | 24 | M33 | $1\ ^1/_4$ | 35.5 | 592 | 2 |
| 500 | 775 | 63.5 | 686 | 24 | M33 | $1\ ^1/_4$ | 35.5 | 649 | 2 |
| 600 | 915 | 70 | 813 | 24 | M39 | $1\ ^1/_2$ | 42 | 770 | 2 |
| 750 | 1095 | 76 | 997 | 28 | M45 | - | 48 | 945 | 2 |

## 22.1 ANSI B 16-5 - 1981




| PN20 (CLASS 150) FLANŞ BOYUTLARI (ANSI B 16-5 - 1981) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP | | FLANŞ | | | | DELİK | | g | f |
| DN | NPS | ØD | NW (min.) | b | Øk | Adet | Øl | | |
| 15 | 1/2 | 90 | 22 | 11.5 | 60.5 | 4 | 16 | 34.9 | 2 |
| 20 | 3/4 | 100 | 28 | 13 | 70 | 4 | 16 | 42.9 | 2 |
| 25 | 1 | 110 | 34.5 | 14.5 | 79.5 | 4 | 16 | 50.8 | 2 |
| 32 | 1 1/4 | 120 | 43.5 | 16 | 89 | 4 | 16 | 63.5 | 2 |
| 40 | 1 1/2 | 130 | 49.5 | 17.5 | 98.5 | 4 | 16 | 73 | 2 |
| 50 | 2 | 150 | 62 | 19.5 | 120.5 | 4 | 20 | 92.1 | 2 |
| 65 | 2 1/2 | 180 | 74.5 | 22.5 | 139.5 | 4 | 20 | 104.8 | 2 |
| 80 | 3 | 190 | 90.5 | 24 | 152.5 | 4 | 20 | 127 | 2 |
| - | 3 1/2 | 215 | 103.5 | 24 | 178 | 8 | 20 | 139.7 | 2 |
| 100 | 4 | 230 | 116 | 24 | 190.5 | 8 | 20 | 157.2 | 2 |
| 125 | 5 | 255 | 143.5 | 24 | 216 | 8 | 22 | 185.7 | 2 |
| 150 | 6 | 280 | 170.5 | 25.5 | 241.5 | 8 | 22 | 215.9 | 2 |
| 200 | 8 | 345 | 221.5 | 29 | 298.5 | 8 | 22 | 269.9 | 2 |
| 250 | 10 | 405 | 276 | 30.5 | 362 | 12 | 26 | 323.8 | 2 |
| 300 | 12 | 485 | 327 | 32 | 432 | 12 | 26 | 381 | 2 |
| 350 | 14 | 535 | 359 | 35 | 476 | 12 | 30 | 412.8 | 2 |
| 400 | 16 | 600 | 410.5 | 37 | 540 | 16 | 30 | 469.9 | 2 |
| 450 | 18 | 635 | 462 | 40 | 578 | 16 | 33 | 533.4 | 2 |
| 500 | 20 | 700 | 513 | 43 | 635 | 20 | 33 | 584.2 | 2 |
| 600 | 24 | 815 | 616 | 48 | 749.5 | 20 | 36 | 692.2 | 2 |

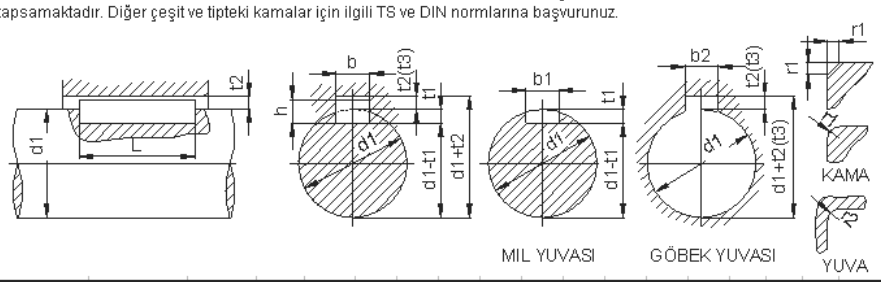



| PN50 (CLASS 300) FLANŞ BOYUTLARI (ANSI B 16-5 - 1981) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMİNAL ÇAP | | FLANŞ | | | | DELİK | | g | f |
| DN | NPS | ØD | NW (min.) | b | Øk | Adet | Øl | | |
| 15 | 1/2 | 95 | 22 | 14.5 | 66.5 | 4 | 16 | 34.9 | 2 |
| 20 | 3/4 | 120 | 28 | 16 | 82.5 | 4 | 20 | 42.9 | 2 |
| 25 | 1 | 125 | 34.5 | 17.5 | 89 | 4 | 20 | 50.8 | 2 |
| 32 | 1 1/4 | 135 | 43.5 | 19.5 | 98.5 | 4 | 20 | 63.5 | 2 |
| 40 | 1 1/2 | 155 | 49.5 | 21 | 114.5 | 4 | 22 | 73 | 2 |
| 50 | 2 | 165 | 62 | 22.5 | 127 | 8 | 20 | 92.1 | 2 |
| 65 | 2 1/2 | 190 | 74.5 | 25.5 | 149 | 8 | 22 | 104.8 | 2 |
| 80 | 3 | 210 | 90.5 | 29 | 168.5 | 8 | 22 | 127 | 2 |
| - | 3 1/2 | 230 | 103.5 | 30.5 | 184 | 8 | 22 | 139.7 | 2 |
| 100 | 4 | 255 | 116 | 32 | 200 | 8 | 22 | 157.2 | 2 |
| 125 | 5 | 280 | 143.5 | 35 | 235 | 8 | 22 | 185.7 | 2 |
| 150 | 6 | 320 | 170.5 | 37 | 270 | 12 | 22 | 215.9 | 2 |
| 200 | 8 | 380 | 221.5 | 41.5 | 330 | 12 | 26 | 269.9 | 2 |
| 250 | 10 | 445 | 276 | 48 | 387.5 | 16 | 30 | 323.8 | 2 |
| 300 | 12 | 520 | 327 | 51 | 451 | 16 | 33 | 381 | 2 |
| 350 | 14 | 585 | 359 | 54 | 514.5 | 20 | 33 | 412.8 | 2 |
| 400 | 16 | 650 | 410.5 | 57.5 | 571.5 | 20 | 36 | 469.9 | 2 |
| 450 | 18 | 715 | 462 | 60.5 | 628.5 | 24 | 36 | 533.4 | 2 |
| 500 | 20 | 775 | 513 | 63.5 | 686 | 24 | 36 | 584.2 | 2 |
| 600 | 24 | 915 | 616 | 70 | 813 | 24 | 42 | 692.2 | 2 |

## Tablo : 23 Kama ve Kama Yuvası Standardı

### KAMA ve KAMA YUVASI STANDARDI ( Eğimsiz, kalın kamalar TSE 147/9 )

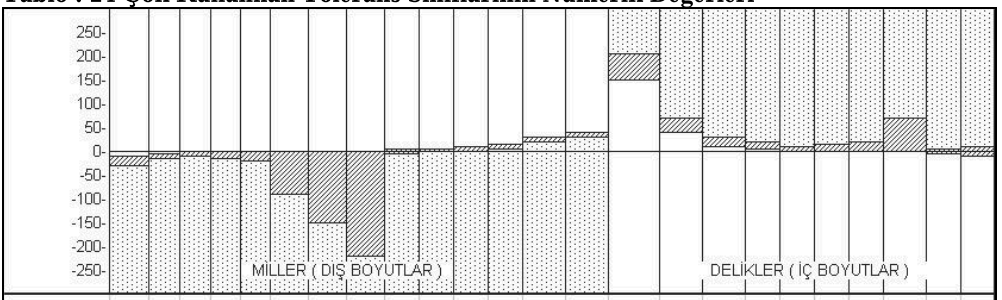
Bu föy TS 147/9, DIN 6885/11'e uygun kama ve kama yuvalarının TÜRBOSAN A.Ş. Mamüllerinde kullanılan bölümünü kapsamaktadır. Diğer çeşit ve tipteki kamalar için ilgili TS ve DIN normlarına başvurunuz.




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KAMA | Genişlik: b | b | (mm) | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 |
| | | tolerans | h9 | 0.000 | 0.000 | | | 0.000 | | | | | | 0.000 | | | | 0.000 |
| | | | | -0.025 | -0.030 | | | -0.043 | | | | | | -0.052 | | | | -0.062 |
| | Kalınlık: h | h | (mm) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 14 | 16 | 18 |
| | | tolerans | h11 | 0.000 | | | | 0.000 | | | | | | 0.000 | | | | |
| | | | | -0.030 | | | | -0.090 | | | | | | -0.011 | | | | |
| Mil Çapı Aralığı: d1 | | Hariç | (mm) | 8 | 10 | 12 | 17 | 22 | 30 | 38 | 44 | 50 | 58 | 65 | 75 | 85 | 95 | 110 |
| | | Dahil | (mm) | 10 | 12 | 17 | 22 | 30 | 38 | 44 | 50 | 58 | 65 | 75 | 85 | 95 | 110 | 130 |
| MİL YUVASI | Genişlik: b1 | b1 | (mm) | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 |
| | Tolerans | Sıkı | P9 | -0.012 | | | | -0.015 | | -0.018 | | | | -0.022 | | | | -0.026 |
| | | | | -0.042 | | | | -0.051 | | -0.061 | | | | -0.074 | | | | -0.088 |
| | | Hafif | N9 | 0.000 | | | | 0.000 | | 0.000 | | | | 0.000 | | | | 0.000 |
| | | | | -0.030 | | | | -0.036 | | -0.043 | | | | -0.052 | | | | -0.062 |
| | Derinlik: t1 | t1 | (mm) | 1.8 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 5 | 5 | 5.5 | 6 | 7 | 7.5 | 9, | 9 | 10 | 11 |
| | | tolerans | (mm) | +0.1 | | | | +0.2 | | | | | | | | | | |
| GÖBEK YUVASI | Genişlik: b2 | b2 | (mm) | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 32 |
| | Tolerans | Sıkı | P9 | -0.012 | | | | -0.015 | | -0.018 | | | | -0.022 | | | | -0.026 |
| | | | | -0.042 | | | | -0.051 | | -0.061 | | | | -0.074 | | | | -0.088 |
| | | Hafif | Js9 | ±0.015 | | | | ±0.018 | | ±0.022 | | | | ±0.026 | | | | ±0.031 |
| | Derinlik | Boşluklu: t2 | t2 | (mm) | 1.4 | 1.8 | 2.3 | 2.8 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.8 | 4.3 | 4.4 | 4.9 | 5.4 | 5.4 | 6.4 | 7.4 |
| | | | tolerans | (mm) | +0.1 | | | | +0.2 | | | | | | | | | | |
| | | Normal: t3 | t3 | (mm) | 0.9 | 1.2 | 1.7 | 2.2 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.9 | 3.4 | 3.4 | 3.9 | 4.4 | 4.4 | 5.4 | 6.4 |
| | | | tolerans | (mm) | +0.1 | | | | +0.2 | | | | | | | | | | |
| Kama Köşesi | r1 | min. | (mm) | 0.16 | | 0.25 | | 0.40 | | | | | | 0.6 | | | | |
| | | max. | (mm) | 0.25 | | 0.40 | | 0.60 | | | | | | 0.8 | | | | |
| Yuva Köşesi | r2 | min. | (mm) | 0.08 | | 0.16 | | 0.25 | | | | | | 0.4 | | | | |
| | | max. | (mm) | 0.16 | | 0.25 | | 0.40 | | | | | | 0.6 | | | | |

| BOY - L | Tolerans | | Ağırlık (kg / 1000 adet) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kama | Yuva | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | -0.2 | +0.2 | 0.989 | 1.76 | 2.75 | 3.94 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | 1.13 | 2.01 | 3.14 | 4.52 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | 1.27 | 2.26 | 3.53 | 5.09 | 7.93 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | 1.55 | 2.76 | 4.32 | 6.22 | 9.67 | 13.8 | | | | | | | | | |
| 28 | | | 1.98 | 3.52 | 5.50 | 7.91 | 12.3 | 17.6 | 21.1 | | | | | | | | |
| 36 | -0.3 | +0.3 | 2.54 | 4.52 | 7.06 | 10.2 | 15.8 | 22.6 | 27.1 | 35.6 | | | | | | | |
| 45 | | | | 5.65 | 8.83 | 12.7 | 19.8 | 28.3 | 33.9 | 44.5 | 56.5 | | | | | | |
| 56 | | | | | 11 | 15.8 | 24.6 | 35.2 | 42.2 | 55.4 | 70.3 | 87.0 | 106 | | | | |
| 63 | | | | | | 17.8 | 27.7 | 39.6 | 47.5 | 62.3 | 79.1 | 97.9 | 119 | 152 | | | |
| 70 | | | | | | 19.8 | 30.8 | 44.0 | 52.8 | 69.2 | 88.0 | 109 | 132 | 169 | 192 | | |
| 80 | | | | | | | 35.2 | 50.2 | 60.3 | 79.1 | 100 | 124 | 151 | 193 | 220 | 281 | |
| 90 | -0.5 | +0.5 | | | | | 39.6 | 56.5 | 67.8 | 89.0 | 113 | 140 | 170 | 218 | 247 | 317 | 407 |
| 100 | | | | | | | | 62.8 | 75.4 | 98.9 | 126 | 155 | 188 | 242 | 275 | 352 | 452 |
| 110 | | | | | | | | 69.1 | 82.9 | 109 | 138 | 171 | 207 | 266 | 302 | 387 | 497 |
| 125 | | | | | | | | | 94.2 | 124 | 157 | 194 | 235 | 302 | 343 | 440 | 565 |
| 140 | | | | | | | | | 106 | 138 | 176 | 218 | 264 | 338 | 385 | 492 | 633 |
| 160 | | | | | | | | | | 158 | 201 | 249 | 301 | 387 | 440 | 563 | 723 |
| 180 | | | | | | | | | | | 226 | 280 | 339 | 435 | 495 | 633 | 814 |
| 200 | | | | | | | | | | | | 311 | 377 | 484 | 550 | 703 | 904 |
| 220 | | | | | | | | | | | | | 414 | 532 | 604 | 774 | 995 |
| 250 | | | | | | | | | | | | | | 604 | 687 | 880 | 1130 |
| 280 | | | | | | | | | | | | | | | 769 | 985 | 1270 |
| 320 | | | | | | | | | | | | | | | | 1130 | 1440 |

## Tablo : 24 Çok Kullanılan Tolerans Sınıflarının Numerik Değerleri




| Nominal Boyut Alanı | f7 | g6 | h6 | h7 | h8 | h11 | h12 | h13 | j6 | k5 | k6 | m6 | r6 | t6 | B10 | D9 | F7 | G7 | H6 | H7 | H8 | H11 | J6 | J7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 _ 10 | -13<br>-28 | -5<br>-14 | 0<br>-9 | 0<br>-15 | 0<br>-22 | 0<br>-90 | 0<br>-150 | 0<br>-220 | +7<br>-2 | +7<br>+1 | +10<br>+1 | +15<br>+6 | +28<br>+19 | | +208<br>+150 | +76<br>+40 | +28<br>+13 | +20<br>+5 | +9<br>0 | +15<br>0 | +22<br>0 | +90<br>0 | +5<br>-4 | +8<br>-7 |
| 10 _14 | -16 | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +8 | +9 | +12 | +18 | +34 | | +220 | +93 | +34 | +24 | +11 | +18 | +27 | +110 | +6 | +10 |
| 14 _18 | -34 | -17 | 11 | -18 | -27 | -110 | -180 | -270 | -3 | +1 | +1 | +7 | +23 | | +150 | +50 | +16 | +6 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5 | -8 |
| 18 _24 | -20 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +9 | +11 | +15 | +21 | +41 | | +244 | +117 | +41 | +28 | +13 | +21 | +33 | +130 | +8 | +12 |
| 24 _30 | -41 | -20 | -13 | -21 | -33 | -130 | -210 | -330 | -4 | +2 | +2 | +8 | +28 | +54<br>+41 | +160 | +65 | +20 | +7 | 0 | 0 | 0 | 0 | -5 | -9 |
| 30 _40 | -25 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +11 | +13 | +18 | +25 | +50 | +64<br>+48 | +270<br>+170 | +142 | +50 | +34 | +16 | +25 | +39 | +160 | +10 | +14 |
| 40 _50 | -50 | -25 | -16 | -25 | -39 | -160 | -250 | -390 | -5 | +2 | +2 | +9 | +34 | +70<br>+54 | +280<br>+180 | +80 | +25 | +9 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 | -11 |
| 50 _ 65 | -30 | -10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +12 | +15 | +21 | +30 | +60<br>+41 | +85<br>+66 | +310<br>+190 | +174 | +60 | +40 | +19 | +30 | +46 | +190 | +13 | +18 |
| 65 _ 80 | -60 | -29 | -19 | -30 | -46 | -190 | -300 | -450 | -7 | +2 | +2 | +11 | +62<br>+43 | +94<br>+75 | +320<br>+200 | +100 | +30 | +10 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 | -12 |
| 80 _100 | -36 | -12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +13 | +18 | +25 | +35 | +73<br>+51 | +113<br>+91 | +360<br>+220 | +207 | +71 | +47 | +22 | +35 | +54 | +220 | +16 | +22 |
| 100 _ 120 | -71 | -34 | -22 | -35 | -54 | -220 | -350 | -540 | -9 | +3 | +3 | +13 | +76<br>+54 | +126<br>+104 | +380<br>+240 | +120 | +36 | +12 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 | -13 |
| 120 _ 140 | | | | | | | | | | | | | +88<br>+63 | +147<br>+122 | +420<br>+260 | | | | | | | | | |
| 140 _ 160 | -43 | -14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +14 | +21 | +28 | +40 | +90 | +159 | +440 | +245 | +83 | +54 | +25 | +40 | +63 | +250 | +18 | +26 |
| | -83 | -39 | -25 | -40 | -63 | -250 | -400 | -600 | -11 | +3 | +3 | +15 | +65 | +134 | +280 | +145 | +43 | +14 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7 | -14 |
| 160 _ 180 | | | | | | | | | | | | | +93<br>+68 | +171<br>+146 | +470<br>+310 | | | | | | | | | |
| 180 _ 200 | | | | | | | | | | | | | +106<br>+77 | +195<br>+166 | +525<br>+340 | | | | | | | | | |
| 200 _ 225 | -50 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +16 | +24 | +33 | +46 | +109 | | +565 | +285 | +96 | +61 | +29 | +46 | +72 | +290 | +22 | +30 |
| | -96 | -44 | -29 | -46 | -72 | -290 | -460 | -720 | -13 | +4 | +4 | +17 | +80 | | +380 | +170 | +50 | +15 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7 | -16 |
| 225 _ 250 | | | | | | | | | | | | | +113<br>+84 | | +605<br>+420 | | | | | | | | | |
| 250 _ 280 | -56 | -17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +16 | +27 | +36 | +52 | +126<br>+94 | | +690<br>+480 | +320 | +108 | +69 | +32 | +52 | +81 | +320 | +25 | +36 |
| 280 _ 315 | -108 | -49 | -32 | -52 | -81 | -320 | -520 | -810 | -16 | +4 | +4 | +20 | +130<br>+98 | | +750<br>+540 | +190 | +56 | +17 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7 | -16 |
| 315 _ 355 | -62 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +18 | +29 | +40 | +57 | +144<br>+108 | | +830<br>+600 | +350 | +119 | +75 | +36 | +57 | +89 | +360 | +29 | +39 |
| 355 _ 400 | -119 | -54 | -36 | -57 | -89 | -360 | -570 | -890 | -18 | +4 | +4 | +21 | +150<br>+114 | | +910<br>+680 | +210 | +62 | +18 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7 | -18 |
| 400 _ 450 | -68 | -20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +20 | +32 | +45 | +63 | +166<br>+126 | | +1010<br>+760 | +385 | +131 | +83 | +40 | +63 | +97 | +400 | +33 | +43 |
| 450 _ 500 | -165 | -60 | -40 | -63 | -97 | -400 | -630 | -970 | -20 | +5 | +5 | +23 | +172<br>+132 | | +1090<br>+840 | +230 | +68 | +20 | 0 | 0 | 0 | 0 | -7 | -20 |

1_ Bu liste TSE_1845 (DIN_7154)'tan alınmıstır. Ve Türbosan mamüllerinde en çok kullanılan tolerans sınıflarını kapsamaktadır.
2_ Üstteki çizelgede Ø100 mm için tolerans alanları işaretlenmiştir.
3_**DİKKAT !** Tolerans kontrolü için ölçü alırken parçanın fazla sıcak veya çok soğuk olmaması gerekir. Sıcaklık +15°C ~ +30°C arasında olmalıdır. Özellikle Ø100 mm ve daha büyük çaplarda ısıl genleşme olayı önem kazanır.

**Tablo : 25 Çeşitli Cihazların Ortalama Enerji İhtiyaçları**

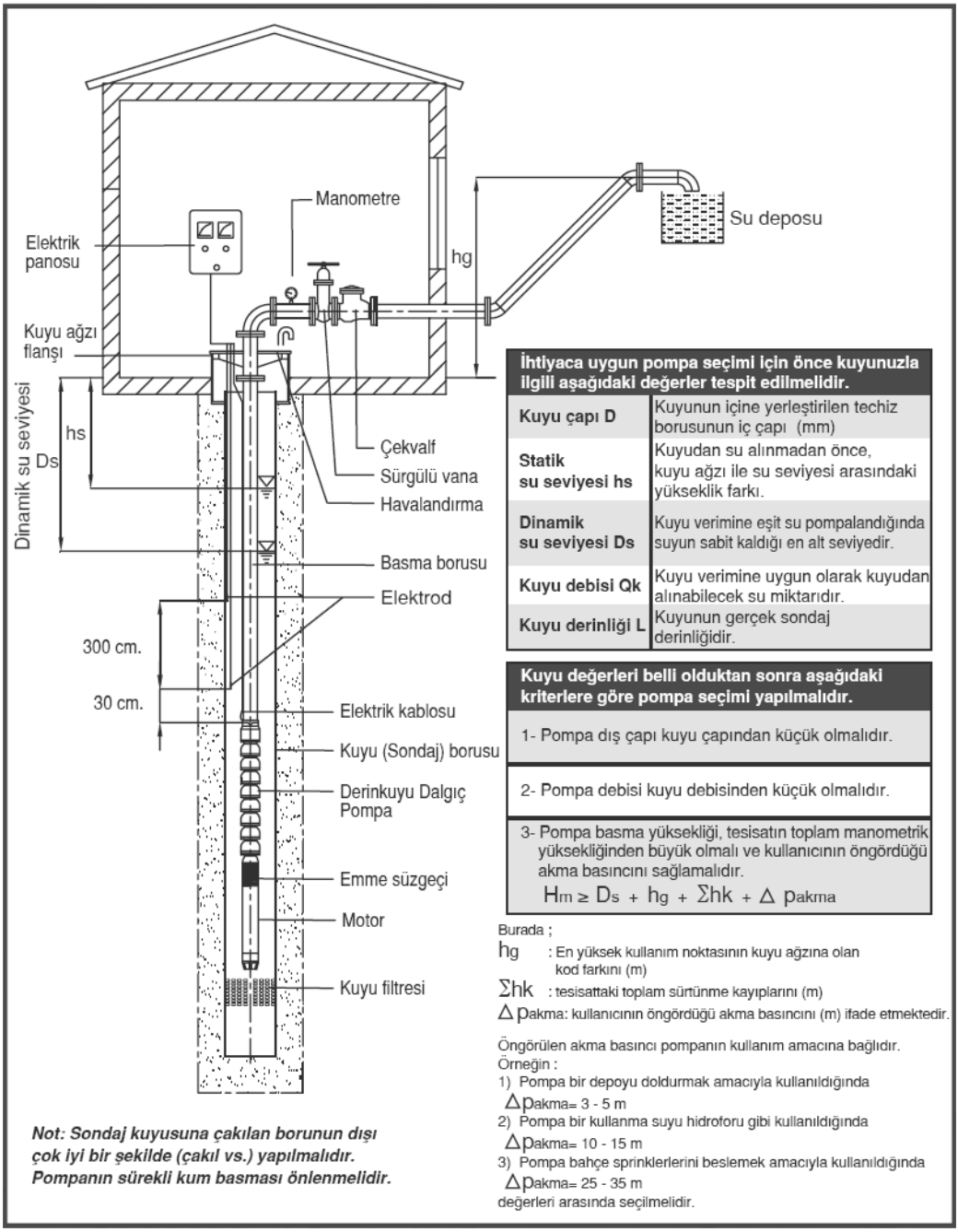
| Cihazlar | Ortalama İhtiyaç (W) watt |
|---|---|
| Akkor – Flamanlı Lamba (ampül) | Ampülün üzerindeki değer |
| Floresan Lamba | 40W |
| Müzik Seti | 200W |
| Laptop | 250W |
| Kombi | 300W |
| Televizyon | 300W |
| Printer | 400W |
| Faks Makinası | 500W |
| Bilgisayar | 600W |
| Mikrodalga Fırın | 700W |
| Saç Kurutma Makinası | 1000W |
| Fotokopi Makinası | 1000W |
| Buzdolabı | 1050W |
| Tost Makinası | 1200W |
| Derin Dondurucu | 1250W |
| Elektrikli Izgara | 1500W |
| Kahve Makinası | 1750W |
| Bulaşık Makinası | 2500W |
| Çamaşır Makinası | 2500W |
| Süt Sağma Makinası (2 hp) | 3000W |
| Hava Kompresörü (1 hp) | 4500W |
| 1 hp Motor | 4500W |
| Klima | 5000W |

*Tablodaki değerler ortalama değerler olup sadece ön fikir oluşturması için verilmiştir.

**Tablo : 26 Akış hızı ve Boru çapına göre, boru içinden geçen debi miktarı**

| Akış hızı V (m/s) | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Boru anma çapı DN (mm) | Q Borudan geçen debi ($m^3$/h) | | |
| 25 | 1.8 | 3.5 | 5.3 |
| 32 | 2.9 | 5.8 | 8.7 |
| 40 | 4.5 | 9.0 | 13.6 |
| 50 | 7.1 | 14.1 | 21.2 |
| 65 | 12 | 24 | 36 |
| 80 | 18 | 36 | 54 |
| 100 | 28 | 57 | 85 |
| 125 | 44 | 88 | 133 |
| 150 | 64 | 127 | 191 |
| 200 | 113 | 226 | 339 |
| 250 | 177 | 353 | 530 |
| 300 | 254 | 509 | 763 |
| 350 | 346 | 693 | 1039 |
| 400 | 452 | 905 | 1357 |
| 450 | 573 | 1145 | 1718 |
| 500 | 707 | 1414 | 2121 |
| 600 | 1018 | 2036 | 3054 |
| 700 | 1385 | 2771 | 4156 |
| 800 | 1810 | 3619 | 5429 |
| 900 | 2290 | 4580 | 6870 |
| 1000 | 2827 | 5655 | 8482 |
| 1200 | 4071 | 8143 | 12214 |
| 1400 | 5542 | 11083 | 16625 |
| 1500 | 6362 | 12723 | 19085 |

**Tablo : 27 Derinkuyu Dalgıç Pompa Sondaj Kuyu Tip Montajı**




| İhtiyaca uygun pompa seçimi için önce kuyunuzla ilgili aşağıdaki değerler tespit edilmelidir. | |
|---|---|
| **Kuyu çapı D** | Kuyunun içine yerleştirilen techiz borusunun iç çapı (mm) |
| **Statik su seviyesi hs** | Kuyudan su alınmadan önce, kuyu ağzı ile su seviyesi arasındaki yükseklik farkı. |
| **Dinamik su seviyesi Ds** | Kuyu verimine eşit su pompalandığında suyun sabit kaldığı en alt seviyedir. |
| **Kuyu debisi Qk** | Kuyu verimine uygun olarak kuyudan alınabilecek su miktarıdır. |
| **Kuyu derinliği L** | Kuyunun gerçek sondaj derinliğidir. |

**Kuyu değerleri belli olduktan sonra aşağıdaki kriterlere göre pompa seçimi yapılmalıdır.**

1- Pompa dış çapı kuyu çapından küçük olmalıdır.

2- Pompa debisi kuyu debisinden küçük olmalıdır.

3- Pompa basma yüksekliği, tesisatın toplam manometrik yüksekliğinden büyük olmalı ve kullanıcının öngördüğü akma basıncını sağlamalıdır.

$$H_m \geq D_s + h_g + \Sigma h_k + \Delta p_{akma}$$

Burada ;

$h_g$ : En yüksek kullanım noktasının kuyu ağzına olan kod farkını (m)

$\Sigma h_k$ : tesisattaki toplam sürtünme kayıplarını (m)

$\Delta p_{akma}$: kullanıcının öngördüğü akma basıncını (m) ifade etmektedir.

Öngörülen akma basıncı pompanın kullanım amacına bağlıdır.
Örneğin :
1) Pompa bir depoyu doldurmak amacıyla kullanıldığında $\Delta p_{akma}$= 3 - 5 m
2) Pompa bir kullanma suyu hidroforu gibi kullanıldığında $\Delta p_{akma}$= 10 - 15 m
3) Pompa bahçe sprinklerlerini beslemek amacıyla kullanıldığında $\Delta p_{akma}$= 25 - 35 m
değerleri arasında seçilmelidir.

***Not: Sondaj kuyusuna çakılan borunun dışı çok iyi bir şekilde (çakıl vs.) yapılmalıdır. Pompanın sürekli kum basması önlenmelidir.***

| DIŞ ÇAPLAR | | NORMAL ET KALIN-LIKLARI | ÇELİK BORU AĞIRLIK CETVELİ (Kg/mt) | | | | | | | | | | | | | | | DİĞER ET KALINLIKLARI (mm) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inch | mm | mm | 1,6 | 1,8 | 2 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,5 | 5 | 5,6 | 6,3 | 7,1 | 8 | 8,8 | 10 | 11 | 12,5 | 14,2 | 16 | 17,5 | 20 | 22,2 | 25 | 28 |
| 1 / 8 | 10,2 | 1,6 | 0,339 | 0,373 | 0,404 | 0,448 | 0,447 | | | | | | | | | | | ANMA ÇAPI | | DIŞ ÇAP | SCH | SCH | SCH | SCH | SCH | SCH | SCH | SCH | SCH |
| 1 / 4 | 13,5 | 1,8 | | 0,519 | 0,567 | 0,635 | 0,699 | 0,758 | 0,813 | 0,879 | | | | | | | | mm | Inch | mm | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 |
| | 16 | 1,8 | | 0,630 | 0,691 | 0,777 | 0,859 | 0,937 | 1,01 | 1,10 | 1,18 | | | | | | | 15 | 1/2 | 21,3 | | | 2,8 | | 3,7 | | | | 4,8 |
| 3 / 8 | 17,2 | 1,8 | | 0,684 | 0,750 | 0,845 | 0,936 | 1,02 | 1,10 | 1,21 | 1,30 | 1,41 | | | | | | 20 | 3/4 | 26,7 | | | 2,9 | | 3,9 | | | | 5,6 |
| | 19 | 2 | | | 0,838 | 0,947 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,37 | 1,48 | 1,61 | 1,73 | | | | | 25 | 1 | 33,4 | | | 3,4 | | 4,5 | | | | 6,4 |
| | 20 | 2 | | | 0,888 | 1,00 | 1,12 | 1,22 | 1,33 | 1,46 | 1,58 | 1,72 | 1,85 | | | | | 32 | 11/4 | 42,2 | | | 3,6 | | 4,9 | | | | 6,4 |
| 1 / 2 | 21,3 | 2 | | | 0,952 | 1,08 | 1,20 | 1,32 | 1,43 | 1,57 | 1,71 | 1,86 | 2,01 | | | | | 40 | 11/2 | 48,3 | | | 3,7 | | 5,1 | | | | 7,1 |
| | 25 | 2 | | | 1,13 | 1,29 | 1,44 | 1,58 | 1,72 | 1,90 | 2,07 | 2,28 | 2,47 | 2,68 | 2,91 | | | 50 | 2 | 60,3 | | | 3,9 | | 5,5 | | | | 8,7 |
| | 25,4 | 2 | | | 1,15 | 1,31 | 1,46 | 1,61 | 1,75 | 1,94 | 2,11 | 2,32 | 2,52 | 2,73 | 2,97 | | | 65 | 21/2 | 73,0 | | | 5,2 | | 7,0 | | | | 9,5 |
| 3 / 4 | 26,9 | 2,3 | | | 1,23 | 1,40 | 1,56 | 1,72 | 1,87 | 2,07 | 2,26 | 2,49 | 2,70 | 2,94 | 3,20 | 3,47 | | 80 | 3 | 88,9 | | | 5,5 | | 7,6 | | | | 11,1 |
| | 30 | 2,6 | | | | 1,57 | 1,76 | 1,94 | 2,11 | 2,34 | 2,56 | 2,83 | 3,08 | 3,37 | 3,68 | 4,01 | | 90 | 31/2 | 101,6 | | | 5,7 | | 8,1 | | | | |
| | 31,8 | 2,6 | | | | 1,67 | 1,87 | 2,07 | 2,26 | 2,50 | 2,74 | 3,03 | 3,30 | 3,62 | 3,96 | 4,32 | 4,70 | 100 | 4 | 114,3 | | | 6,0 | | 8,6 | | 11,1 | | 13,5 |
| 1 | 33,7 | 2,6 | | | | 1,78 | 1,99 | 2,20 | 2,41 | 2,67 | 2,93 | 3,24 | 3,54 | 3,88 | 4,26 | 4,66 | 5,07 | 125 | 5 | 141,3 | | | 6,6 | | 9,5 | | 12,7 | | 15,9 |
| | 38 | 2,6 | | | | | 2,27 | 2,51 | 2,75 | 3,05 | 3,35 | 3,72 | 4,07 | 4,47 | 4,93 | 5,41 | 5,92 | 150 | 6 | 168,3 | | | 7,1 | | 11,0 | | 14,3 | | 18,3 |
| 11 / 4 | 42,4 | 2,6 | | | | | 2,55 | 2,82 | 3,09 | 3,44 | 3,79 | 4,21 | 4,61 | 5,08 | 5,61 | 6,18 | 6,79 | 200 | 8 | 219,1 | 6,4 | 7,0 | 8,2 | 10,3 | 12,7 | 15,1 | 18,3 | 20,6 | 23,0 |
| | 44,5 | 2,6 | | | | | 2,69 | 2,98 | 3,26 | 3,63 | 4,00 | 4,44 | 4,87 | 5,37 | 5,94 | 6,55 | 7,20 | 250 | 10 | 273,0 | 6,4 | 7,8 | 9,3 | 12,7 | 15,1 | 18,3 | 21,4 | 25,4 | 28,6 |
| 11/ 2 | 48,3 | 2,6 | | | | | 2,93 | 3,25 | 3,56 | 3,97 | 4,37 | 4,86 | 5,34 | 5,90 | 6,53 | 7,21 | 7,95 | 300 | 12 | 323,9 | 6,4 | 8,4 | 10,3 | 14,3 | 17,4 | 21,4 | 25,4 | 28,6 | 33,3 |
| | 51 | 2,6 | | | | | 3,10 | 3,44 | 3,77 | 4,21 | 4,64 | 5,16 | 5,67 | 6,27 | 6,94 | 7,69 | 8,48 | 9,16 | 10,1 | 10,9 | 11,9 | 12,9 | | | | | | |
| | 54 | 2,6 | | | | | 3,30 | 3,65 | 4,01 | 4,47 | 4,93 | 5,49 | 6,04 | 6,68 | 7,41 | 8,21 | 9,08 | 9,81 | 10,9 | 11,7 | 12,8 | 13,9 | | | | | | |
| | 57 | 2,9 | | | | | | 3,87 | 4,25 | 4,74 | 5,23 | 5,83 | 6,41 | 7,10 | 7,88 | 8,74 | 9,67 | 10,5 | 11,6 | 12,5 | 13,7 | 15,0 | 16,2 | | | | | |
| 2 | 60,3 | 2,9 | | | | | | 4,11 | 4,51 | 5,03 | 5,55 | 6,19 | 6,82 | 7,55 | 8,39 | 9,32 | 10,3 | 11,2 | 12,4 | 13,4 | 14,7 | 16,1 | 17,5 | 18,5 | | | | |
| | 63,5 | 2,9 | | | | | | 4,33 | 4,76 | 5,32 | 5,87 | 6,55 | 7,21 | 8,00 | 8,89 | 9,88 | 10,9 | 11,9 | 13,2 | 14,2 | 15,7 | 17,3 | 18,7 | 19,9 | | | | |
| | 70 | 2,9 | | | | | | 4,80 | 5,27 | 5,90 | 6,51 | 7,27 | 8,01 | 8,89 | 9,90 | 11,0 | 12,2 | 13,3 | 14,8 | 16,0 | 17,7 | 19,5 | 21,3 | 22,7 | 24,7 | | | |
| | 73 | 2,9 | | | | | | 5,01 | 5,51 | 6,16 | 6,81 | 7,60 | 8,38 | 9,31 | 10,4 | 11,5 | 12,8 | 13,9 | 15,5 | 16,8 | 18,7 | 20,6 | 22,5 | 24,0 | 26,1 | | | |
| 21 / 2 | 76,1 | 2,9 | | | | | | 5,24 | 5,75 | 6,44 | 7,11 | 7,95 | 8,77 | 9,74 | 10,8 | 12,1 | 13,4 | 14,6 | 16,3 | 17,7 | 19,6 | 21,7 | 23,7 | 25,3 | 27,7 | | | |
| | 82,5 | 3,2 | | | | | | | 6,26 | 7,00 | 7,74 | 8,66 | 9,56 | 10,6 | 11,8 | 13,2 | 14,7 | 16,0 | 17,9 | 19,4 | 21,6 | 23,9 | 26,2 | 28,1 | 30,8 | 33,0 | | |
| 3 | 88,9 | 3,2 | | | | | | | 6,76 | 7,57 | 8,38 | 9,37 | 10,3 | 11,5 | 12,8 | 14,3 | 16,0 | 17,4 | 19,5 | 21,1 | 23,6 | 26,2 | 28,8 | 30,8 | 34,0 | 36,5 | 39,4 | |
| | 101,6 | 3,6 | | | | | | | | 8,70 | 9,63 | 10,8 | 11,9 | 13,3 | 14,8 | 16,5 | 18,5 | 20,1 | 22,6 | 24,6 | 27,5 | 30,6 | 33,8 | 36,3 | 40,2 | 43,5 | 47,2 | 50,8 |
| | 108 | 3,6 | | | | | | | | 9,27 | 10,3 | 11,5 | 12,7 | 14,1 | 15,8 | 17,7 | 19,7 | 21,5 | 24,2 | 26,3 | 29,4 | 32,8 | 36,3 | 39,1 | 43,4 | 47,0 | 51,2 | 55,2 |
| 4 | 114,3 | 3,6 | | | | | | | | 9,83 | 10,9 | 12,2 | 13,5 | 15,0 | 16,8 | 18,8 | 21,0 | 22,9 | 25,7 | 28,0 | 31,4 | 35,1 | 38,8 | 41,8 | 46,5 | 50,4 | 55,1 | 59,6 |
| | 127 | 4 | | | | | | | | | 12,1 | 13,6 | 15,0 | 16,8 | 18,8 | 21,0 | 23,5 | 25,7 | 28,9 | 31,5 | 35,3 | 39,5 | 43,8 | 47,3 | 52,8 | 57,4 | 62,9 | 68,4 |
| | 133 | 4 | | | | | | | | | 12,7 | 14,3 | 15,8 | 17,6 | 19,7 | 22,0 | 24,7 | 27,0 | 30,3 | 33,1 | 37,1 | 41,6 | 46,2 | 49,8 | 55,7 | 60,7 | 66,6 | 72,5 |
| 5 | 139,7 | 4 | | | | | | | | | 13,4 | 15,0 | 16,6 | 18,5 | 20,7 | 23,2 | 26,0 | 28,4 | 32,0 | 34,9 | 39,2 | 43,9 | 48,8 | 52,7 | 59,0 | 64,3 | 70,7 | 77,1 |
| | 152,4 | 4,5 | | | | | | | | | | 16,4 | 18,2 | 20,3 | 22,7 | 25,4 | 28,5 | 31,2 | 35,1 | 38,4 | 43,1 | 48,4 | 53,8 | 58,1 | 65,3 | 71,3 | 78,5 | 85,9 |
| | 159 | 4,5 | | | | | | | | | | 17,1 | 19,0 | 21,2 | 23,7 | 26,6 | 29,8 | 32,6 | 36,7 | 40,1 | 45,2 | 50,7 | 56,4 | 61,1 | 68,6 | 74,9 | 82,6 | 90,5 |
| 6 | 168,3 | 4,5 | | | | | | | | | | 18,2 | 20,1 | 22,5 | 25,2 | 28,2 | 31,6 | 34,6 | 39,0 | 42,7 | 48,0 | 54,0 | 60,1 | 65,1 | 73,1 | 80,0 | 88,3 | 96,9 |
| | 177,8 | 5 | | | | | | | | | | | 21,3 | 23,8 | 26,6 | 29,9 | 33,5 | 36,7 | 41,4 | 45,2 | 51,0 | 57,3 | 63,8 | 69,2 | 77,8 | 85,2 | 94,2 | 103 |
| | 193,7 | 5,6 | | | | | | | | | | | | 26,0 | 29,1 | 32,7 | 36,6 | 40,1 | 45,3 | 49,6 | 55,9 | 62,9 | 70,1 | 76,0 | 85,7 | 93,9 | 104 | 114 |
| 8 | 219,1 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | 33,1 | 37,1 | 41,6 | 45,6 | 51,6 | 56,5 | 63,7 | 71,8 | 80,1 | 87,0 | 98,2 | 108 | 120 | 132 |
| | 244,5 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | 37,0 | 41,6 | 46,7 | 51,2 | 57,8 | 63,3 | 71,5 | 80,6 | 90,2 | 98,0 | 111 | 122 | 135 | 149 |
| 10 | 273 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | 41,4 | 46,6 | 52,3 | 57,3 | 64,9 | 71,1 | 80,3 | 90,6 | 101 | 110 | 125 | 137 | 153 | 169 |
| 12 | 323,9 | 7,1 | | | | | | | | | | | | | | 55,5 | 62,3 | 68,4 | 77,4 | 84,9 | 96,0 | 108 | 121 | 132 | 150 | 165 | 184 | 204 |

**Tablo : 29 Elektrik motorlarının beslemesi için jeneratör seçimi**

| Direkt Kalkışlı Elektrik Motorları | | | | Y / Δ Kalkışlı Elektrik Motorları | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elektrik Motoru Gücü | | Jeneratör Gücü | | Elektrik Motoru Gücü | | Jeneratör Gücü | |
| KW | HP | KW | kVA | KW | HP | KW | kVA |
| 2.2 | 3 | 6 | 7.5 | - | - | - | - |
| 3 | 4 | 8 | 10 | 3 | 4 | 6 | 7.5 |
| 4 | 5.5 | 10 | 12.5 | 4 | 5.5 | 8 | 10 |
| 5.5 | 7.5 | 12.5 | 15.6 | 5.5 | 7.5 | 10.8 | 13.5 |
| 7.5 | 10 | 15 | 18.8 | 7.5 | 10 | 14 | 17.5 |
| 9.2 | 12.5 | 18.8 | 23.5 | 9.2 | 12.5 | 17.2 | 21.5 |
| 11 | 15 | 22.5 | 28 | 11 | 15 | 20.5 | 25.5 |
| 13 | 17.5 | 26.4 | 33 | 13 | 17.5 | 23.6 | 29.5 |
| 15 | 20 | 30 | 38 | 15 | 20 | 27 | 34 |
| 18.5 | 25 | 40 | 50 | 18.5 | 25 | 33 | 42 |
| 22 | 30 | 45 | 57 | 22 | 30 | 40 | 50 |
| 26 | 35 | 52 | 65 | 26 | 35 | 45 | 57 |
| 30 | 40 | 60 | 75 | 30 | 40 | 52 | 65 |
| 37 | 50 | 75 | 94 | 37 | 50 | 65 | 81 |
| 45 | 60 | 90 | 112 | 45 | 60 | 77 | 97 |
| 51 | 70 | 105 | 131 | 51 | 70 | 90 | 112 |
| 59 | 80 | 120 | 150 | 59 | 80 | 102 | 128 |
| 66 | 90 | 135 | 170 | 66 | 90 | 115 | 144 |
| 75 | 100 | 150 | 190 | 75 | 100 | 128 | 160 |
| 92 | 125 | 185 | 230 | 92 | 125 | 158 | 198 |
| 110 | 150 | 210 | 260 | 110 | 150 | 190 | 237 |

# KAYNAKÇA


**1)** Tam Santrifüj pompalar, Prof. Dr. B. Kaya Baysal, 1975,
İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1038

**2)** Su Makina Problemleri, Prof. Dr. Hasan Fehmi Yazıcı, 1988,
İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1254

**3)** Su Makinaları Dersleri, Prof. Dr. Cahit Özgür, 1983,
İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1260

**4)** Ölçme Tekniği, Prof. Dr. Osman F. Genceli, 1995,
Birsen Yayınevi

**5)** TS EN ISO 9906 Standardı.

**6)** DIN 1944 Standardı.

**7)** Sıvı viskozitesinin pompa performansı üzerine etkisi, Kasım 2011
4.Pompa Kongresi

Alaşım elementlerinin çeliklerin özelliklerine etkileri ..... 301
Ayar hatalarını düzeltme ..... 116
Basınç ölçümleri ..... 218
Basınç sınırlarının belirlenmesi (Zonlama) ..... 99
Basma yüksekliği ..... 60
Belirsizlikler (ölçüm) ..... 205
Boru çapı ..... 43, 324
Boru hattı ..... 116, 158, 162
Boru kayıpları ..... 57, 288
Buharlaşma basıncı ..... 307
Burgulu (Arşimet) kanalizasyon pompaları ..... 21
CE işareti (güvenlik tedbirleri) ..... 255
Çalışma noktası ..... 26, 44, 49
Çamur pompası ..... 18, 275
Çekvalfli pompa tesisatları ..... 229
Çevresel ölçütler ..... 214
Çift emişli santrifüj pompalar ..... 18, 266, 267, 268, 276
Çift girişli pompa ..... 17, 34
Çok kademeli santrifüj pompa ..... 16, 19, 35, 265
Dalgıç pompalar ..... 17, 19, 22, 146, 163
Debi (Q) ..... 3, 30, 97, 117, 219, 324
Depolama ..... 110, 111, 157, 158
Derin kuyu pompaları ..... 22, 274, 325
Devir sayısı ölçümleri ..... 223
DIN standardı (DIN 1944) ..... 207
Dinamik su seviyesi ..... 262
Dinamik viskozite ..... 89
Diyafram (orifis) ..... 219
Düşey eksenli pompa ..... 16, 35
Efektif (etkin) güç ..... 6
Eksenel itme ..... 33
Elektrik motorları ..... 132, 163, 233
Emme ..... 68, 69, 73, 118
Emme borusu çapı ..... 121
Emme net pozitif yükü: ENPYP ..... 68, 69
Emme özgül hızı: Sq ..... 73
Emme yüksekliği ..... 75
Emniyet ..... 109, 129, 134, 146, 157, 167
Eş eksenli pompa ..... 16
Flanş Normları ..... 313
Frekans konvertörü kullanımı ..... 240
Fuel-Oil'lerin viskozitelerinin sıcaklıkla değişimi ..... 303
Garanti konuları ..... 203
Garanti koşullarının yerine getirilmesi ..... 206
Gazların özellikleri ..... 307
Genleşme tankı (deposu) ..... 103
Geometrik yükseklik ..... 37, 49
Gres yağlı yataklar ..... 133
Güç ölçümleri ..... 222
Güç tanımları ..... 6
Gürültü ..... 140, 211
Gürültü emisyonu ..... 211

## ALFABETİK INDEX


Güvenli kullanım ..... 109
Hacimsel – volumetrik – pompa ..... 13, 53
Hava basıncı ..... 307
Hidrofor sistemi ..... 97
Hm hesabı ..... 43
H-Q karakteristiği ..... 26
İçten yanmalı motorlar ..... 237
ISO 9906 standardı ..... 203
ISO standardları ..... 203
İşletmeye alma ..... 130
İzolasyon sınıfı ..... 234
Kabul deneyleri ..... 203
Kaçaklar ..... 117
Kademeli santrifüj pompalar ..... 16, 19
Kalkış momentleri ..... 26
Kanalizasyon ve pis su pompaları ..... 19
Kaplin ayarı ..... 114
Karakteristik eğriler ..... 25
Kararsız tesisatlar ..... 61
Kararsızlık ve Surge ..... 67, 79
Karışık ve eksenel akımlı pompalar ..... 20
Kavitasyon ..... 67, 76
Kestirici - önleyici – bakım ..... 217, 223
Kinematik vizkozite ve yoğunlukları ..... 89, 290
Kısık vana ..... 50, 132
Kızgın yağ pompası ..... 18
Koruma dereceleri ..... 235
Lüle ..... 219
Malzeme seçimi ..... 279
Manometrik yükseklik ..... 3, 5, 49, 61, 92
Manyetik debimetreler ..... 220
Mekanik salmastra ..... 126
Mil çapı hesabı ..... 11
Moody diyagramı ..... 289
Motorlarda start – stop sayıları (yol verme sıklığı) ..... 236
Motorun şebekeden çektiği güç ..... 7
Ölçü birimleri ve dönüşümleri ..... 296
Özgül hız ..... 9
Paralel bağlama ..... 51, 54
Paralel çalışma (pompaların) ..... 52, 59, 87
pH değerleri ..... 302, 305, 306
Pompa arızalarının önlenmesi ..... 109
Pompa temeli ve şase ..... 112
Pürüz yükseklikleri ..... 291
Referans düzlemi ..... 76
Reynolds sayısı ..... 46
Rotadinamik pompalar ..... 14
Rulmanlı yataklar ..... 129, 135, 164
Salmastra ..... 124
Salyangozlu proses tipi pompalar ..... 20
Savak ..... 221
Seri bağlama ..... 55

Ses hızı .....228
Sıcaklık ölçümleri .....223
Sirkülasyon devreleri .....60
Sirkülasyon pompası .....18
Sistem karakteristiği, sistem verimi .....38
Sıvı yağlı yataklar .....134
Standartlar .....203, 209, 255, 285
Su darbesi .....225
Surge .....67, 79
Tek kademeli santrifüj pompa .....16, 18, 33
Teorik güç .....6
Tip istasyonları .....201, 261
Titreşim ölçümleri .....223
TS standardları .....209
Tüplü dalgıç pompalar .....21, 264
Ultrasonik debimetreler .....220
Uygunluk beyanı .....257
Üç fazlı motorlar .....234, 242
Vana .....230
Venturi .....219
Verimi .....8
Viskoz sıvı .....89
Viskozite .....89, 290, 299, 303, 304
Vorteksli debimetreler .....221
Yağ banyosu .....145, 164
Yağlama .....133, 145, 168, 179, 186
Yatak sıcaklıkları ve ölçülmesi .....137
Yatay eksenli pompa .....16, 215
Yersel elemanlar .....292
Yersel yük kayıpları .....37, 39, 42, 61
Yoğunluk ve viskoziteler (çeşitli sıvıların) .....303
Yoğunluklar (metal alaşım ve katı cisimlerin) .....308
Yol verme .....26, 130, 169, 233, 236
Yük kaybı .....37, 39, 42, 69