BİLGİSAYAR YARDIMI İLE PNÖMATİK DEVRE TASARIMI

114716

Yakup TURGUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

114716

Ağustos 2001
ANKARA

Yakup TURGUT tarafından hazırlanan BİLGİSAYAR YARDIMI İLE PNÖMATİK DEVRE TASARIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. İhsan KORKUT
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jurimiz tarafından Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. İhsan KORKUT

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zafer TEKİNER

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR.....iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....ix

1. GİRİŞ.....1

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....3

3. PNÖMATİĞİN TANIMI VE PRENSİPLERİ.....8
3.1. Pnömatiğin Endüstrideki Yeri ve Önemi.....8
3.2. Pnömatiğin Temel Prensipleri.....9
3.2.1. Boyle Mariotte kanunu.....9
3.2.2. Gay-Lussac (Lusak) kanunu.....10
3.2.2.1. Sabit basınç altında genleşme.....10
3.2.2.2. Sabit hacim altında genleşme.....10
3.3. Pnömatik Sistemler.....12
3.3.1. Pnömatik sistemin avantajları.....12
3.3.2. Pnömatik sistemin dezavantajları.....13

4. PNÖMATİK DEVRE.....14
4.1. Pnömatik Devrenin Ana Kısımları.....14
4.1.1. Kompresörün tanımı ve sembolü.....14

4.1.1.1. Kompresör çeşitleri....15
4.1.1.2. Kompresörlerde kapasite....17
4.1.2. Basınçlı havanın hazırlanması....17
4.1.2.1. Havanın nem miktarının ayarlanması....17
4.1.2.2. Havanın kurutulması....19
4.1.2.3. Havanın şartlandırılması....20
4.1.3. Manometreler....21
4.1.4. Susturucular....22
4.1.5. Basınç anahtarının tanımı ve görevi....23
4.1.6. Pnömatik borular ve boru iç çapının bulunması....23
4.1.7. Pnömatik silindirler....24
4.1.7.1. Silindir çeşitleri....24
4.1.7.2. Silindir elemanları....28
4.1.7.3. Silindirlerde kuvvet iletimi....29
4.1.7.4. Silindirlerde yastıklama....30
4.1.8. Pnömatik motorlar....31
4.1.8.1. Pnömatik motor çeşitleri....31
4.1.9. Pnömatik valfler....33
4.1.9.1. Akış kontrol valfleri....33
2.1.9.2. Basınç kontrol valfleri....36
4.1.9.3. Yön kontrol valfleri....37
4.1.9.4. Yön kontrol valfi kumanda şekilleri....42
4.1.9.5. Özel valfler....44

5. DXF VERİ YAPISI (Drawing Interchange Format)....47
5.1. DXF Dosya Yapısı....48
5.2. DXF Veri Yapısının Programda Kullanılması....50
5.3. Sistem Değişkenleri ve Grup Kodları....53

6. PROGRAMIN GENEL YAPISI VE KULLANIMI.....58
6.1. Devre Tasarım Modülü.....59
6.2. Elemanları Görme Modülü.....62
6.3. Hesaplamalar Modülü.....65
6.4. Editör Modülü.....69

7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....76

KAYNAKLAR.....77
EKLER.....81
ÖZGEÇMİŞ.....97

BİLGİSAYAR YARDIMI İLE PNÖMATİK DEVRE TASARIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Yakup TURGUT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2001

ÖZET

Bu çalışmada, bilgisayar yardımı ile pnömatik devre tasarımı yapmak için kullanıcı etkileşimli bir bilgisayar program geliştirilmiştir. Devre tasarımında kullanılan elemanlar için DXF dosyaları elde edilerek bir veri tabanı oluşturulmuştur. Program, seçilen elemanlar ile ilgili bilgileri veri tabanından almaktadır. Devre tasarımı, elemanların seçimi ve kullanıcı sınırlamaları ile yapılmaktadır. Tasarlanan pnömatik devre DXF uzantılı olarak saklanabilmektedir. Böylece, DXF veri yapısını kullanabilen diğer programlar ile iletişim sağlanmaktadır. Bilgisayar programı, Delphi 3.0 programlama dili ile hazırlanmıştır.

Bilim Kodu : 626.12.01

Anahtar Kelimeler : Pnömatik devre elemanları, DXF dosya yapısı, Pnömatik devre tasarımı.

Sayfa Adedi : 97

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. İhsan KORKUT

COMPUTER AIDED PNEUMATIC CIRCUIT DESIGN

(M.Sc. Thesis)

Yakup TURGUT

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
AUGUST 2001

ABSTRACT

In this study, a user-interactive computer programme used for computer aided pneumatic circuit design has been developed. A database was established by generating DXF files for the components which are used in the circuit design. The program acquires the information about the selected components from the database. The circuit design is carried out by the component selection and user limitations. The designed pneumatic circuit can be stored with DXF extension. Consequently, the interaction can be made with other programs which use DXF data structure. The computer program was written by using Delphi 3.0 programming language.

Science code : 626.12.01
Key Words : Pneumatic circuit components, DXF file structure, Pneumatic circuit design,
Page number : 97
Adviser : Assist.Prof. İhsan KORKUT

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca her türlü yardımını ve katkısını esirgemeyen ve beni yönlendiren danışman hocam sayın Yrd.Doç.Dr. İhsan KORKUT'a, yine kıymetli bilgilerinden faydalandığım sayın Yrd.Doç.Dr. Zafer TEKİNER'e, yardımlarından dolayı sayın Arş.Gör. İbrahim ÇİFTÇİ'ye, Arş.Gör. Halil DEMİR'e tüm çalışma arkadaşlarıma, sabır ve yardımlarından dolayı değerli eşime teşekkür ederim.

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.1. Bir çift etkili silindire ait ENTITIES bölümünün DXF çıktısı...50
Çizelge 5.2. DXF Grup kodları.....54
Çizelge 5.3. Bir DXF dosyasında bulunan değişkenler.....55

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 3.1.	Boyle-Mariotte kanunu	9
Şekil 3.2.	Pnömatik sistemin genel yapısı	12
Şekil 4.1.	Temel elemanlarıyla bir pnömatik devre	14
Şekil 4.2.	Kompresörün standart sembolü	14
Şekil 4.3.	$1m^3$ havanın değişik sıcaklıklardaki taşıyabileceği su buharı miktarı	18
Şekil 4.4.	Şartlandırıcı	20
Şekil 4.5.	Şartlandırıcı standart sembolü	21
Şekil 4.6.	Manometre	21
Şekil 4.7.	Manometre standart sembolü	22
Şekil 4.8.	Susturucu	22
Şekil 4.9.	Susturucu standart sembolü	22
Şekil 4.10.	Boru iç çapını veren diyagram	23
Şekil 4.11.	Tek etkili silindir	25
Şekil 4.12.	Tek etkili silindir standart sembolü	25
Şekil 4.13.	Çift etkili silindir	25
Şekil 4.14.	Çift etkili silindir standart sembolü	26
Şekil 4.15.	Tandem silindir	26
Şekil 4.16.	Tandem silindir standart sembolü	26
Şekil 4.17.	Teleskobik silindir	27
Şekil 4.18.	Teleskobik silindir standart sembolü	27
Şekil 4.19.	Döner silindir	28
Şekil 4.20.	Döner silindir standart sembolü	28
Şekil 4.21.	Çift etkili silindirin kesiti ve elemanları	28
Şekil 4.22.	Pnömatik motor standart sembolü	31

Şekil 4.23. Radyal pistonlu motor....32
Şekil 4.24. Yaylı çek valf....34
Şekil 4.25. Yaylı çek valfin standart sembolü....34
Şekil 4.26. Ayarlanabilen akış kontrol valfi....34
Şekil 4.27. Ayarlanabilen akış kontrol valfi standart sembolü....35
Şekil 4.28. Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi....35
Şekil 4.29. Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valf standart sembolü....35
Şekil 4.30. Basınç sıralama valfi....36
Şekil 4.31. Basınç sıralama valfi standart sembolü....36
Şekil 4.32. Kapama valfi....37
Şekil 4.33. Kapama valfinin standart sembolü....37
Şekil 4.34. 4 yollu 2 konumlu yön kontrol valfinin standart sembolü....37
Şekil 4.35. 2/2 normalde kapalı, pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi..38
Şekil 4.36. 2/2 normalde kapalı, pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi standart sembolü....38
Şekil 4.37. 3/2 normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi...39
Şekil 4.38. 3/2 normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi standart sembolü....39
Şekil 4.39. 4/2 pimle kontrollü yön kontrol valfi....40
Şekil 4.40. 4/2 pimle kontrollü yön kontrol valfi standart sembolü....40
Şekil 4.41. 5/2 pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfi....40
Şekil 4.42. 5/2 pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfi standart sembolü....41
Şekil 4.43. 4/3 kapalı merkezli elle kumandalı yön kontrol valfi....41
Şekil 4.44. 4/3 kapalı merkezli elle kumandalı yön kontrol valfi standart sembolü....41
Şekil 4.45. 5/3 kapalı merkezli yay merkezlemeli pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfinin standart sembolü....42
Şekil 4.46. İnsan gücü ile kumanda şekillerinin standart sembolleri....42

Şekil 4.47 Mekanik kumanda şekillerinin standart sembolleri.....43
Şekil 4.48. Basınçlı hava ile kumanda şekillerinin sembolik gösterilişleri..43
Şekil 4.49. Bazı elektropnömatik ve selenoid kumanda şekillerinin standart sembolleri.....44
Şekil 4.50. "VE" valfi.....44
Şekil 4.51. "VE" valfinin standart sembolü.....45
Şekil 4.52. "VEYA" valfi.....45
Şekil 4.53. "VEYA" valfinin standart sembolü.....45
Şekil 4.54. Çabuk boşaltma (eksoz) valfi.....46
Şekil 4.55. Çabuk boşaltma (eksoz) valfinin standart sembolü.....46
Şekil 5.1. Çift etkili silindirin standart sembolü.....50
Şekil 5.2. Silindir, yön kontrol valfi ve temel elemanların DXF bilgilerini içeren tasarım dosyasının çıktısı.....52
Şekil 5.3. Tasarım dosyasının tüm bilgilerinin çıktısı.....53
Şekil 6.1. Sistemin genel yapısı.....58
Şekil 6.2. Devre tasarım menüsü.....59
Şekil 6.3. Devre tasarım alt menüsü.....59
Şekil 6.4. Tasarlanan devre ve kullanılan elemanların listesi.....60
Şekil 6.5. A+A- hareketlerini yapan çift etkili silindir devresi.....61
Şekil 6.6. Elemanlar menüsü.....63
Şekil 6.7. Silindirleri görme menüsü.....63
Şekil 6.8. Kompresörü görme menüsü.....64
Şekil 6.9. Elemanların sembollerini görme menüsü.....64
Şekil 6.10. Hesaplamalar menüsü.....65
Şekil 6.11. Piston kolu çapı hesabı menüsü.....66
Şekil 6.12. Piston kolu boyu hesabı menüsü.....66
Şekil 6.13. İtme kuvveti hesabı menüsü.....67
Şekil 6.14. Çekme kuvveti hesabı menüsü.....67
Şekil 6.15. Piston hızı hesabı menüsü.....68

Şekil 6.16. Tüketilen hava miktarı menüsü....68
Şekil 6.17. Tablolar veri tabanı menüsü....69
Şekil 6.18. Tasarım kuralları menüsü....70
Şekil 6.19. A-B+B-A+ pnömatik kontrollü, hız kontrollü, basınç kontrollü, zaman ayarlamalı bir devre....71
Şekil 6.20. Kural cümlesi ekleme menüsü....72
Şekil 6.21. Dosya ismi belirleme yardım menüsü....73
Şekil 6.22. Dosya ismi diyalog menüsü....73

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
P	Basınç
V	Hacim
V_1	İlk hacim
V_2	Son hacim
T_1	İlk sıcaklık (Kelvin)
T_2	Son sıcaklık (Kelvin)
t	Sıcaklık (^{0}C)
η	Verim
α	Genleşme katsayısı
D	Piston çapı
d	Piston kolu çapı
A	Piston yüzey alanı

Kısaltmalar

CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
DXF	Drawing Interchange Format
B.N.O	Bağıl Nem Oranı
M.N.O	Mutlak Nem Oranı
D.M	Doyma Miktarı
PLC	Programlanabilir Mantık Kontrol

1. GİRİŞ

Basınçlı ve kontrol edilebilen havayla doğrusal, dairesel ve açısal hareket elde edilmesini sağlayan sistemlere pnömatik sistemler denilmektedir. Pnömatik sistemlerin, üretim alanlarında kullanılması çok eski yıllara dayanmaktadır. Pnömatik sistemler sayesinde yüksek hızlarda, dairesel, doğrusal ve açısal hızlar elde etmek mümkündür. Ayrıca pnömatik sistemler, otomatik olarak kumanda edilebilmeleri ve programlanabilir kontrol sistemleriyle (PLC) birlikte kullanılmaları bakımından çok önem kazanmaktadırlar.

Pnömatik sistemlerin üretim sistemlerinin bütün aşamasında kullanılması üretimde otomasyonun sağlanması bakımından çok önem kazanmaktadır. Pnömatik sistemler sayesinde birçok işlem kolayca yapılabilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Bu sistemlerin kurulmasında, kullanılmasında ve bakımında yetişmiş insan gücüne ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı karşılamak için, kişilerin eğitimi, sistemi oluşturan elemanları tanıtmakla ve ne işe yaradıklarını öğretmekle başlar. Daha sonra, bu elemanlarla ihtiyaca göre pnömatik sistem oluşturmakla devam eder. Pnömatik sistemlerin kurulmasında ilk işlem olarak sistemin devresini çizmek en verimli yoldur. Pnömatik sistemlerin elle çizimi oldukça çaba gerektiren bir işlemdir. Çizimi yapacak olan kişinin pnömatik elemanların hem sembollerini bilmesi hem de bu elemanların nereye yerleştirilmesi gerektiği konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bu uzun yıllar tecrübeyle kazanılan bir yetenektir. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için günümüzde pnömatik devrelerin çizimi bilgisayar destekli programlar sayesinde yapılabilmektedir.

Bu çalışmanın yapılmasındaki temel amaç, standart veri yapılarından yararlanılarak oluşturulan tasarıma bir standart veri yapısı hüviyeti kazandırılmasıdır. Ayrıca pnömatik devre tasarımında harcanan zaman

azaltılarak, temel seviyede mesleki bilgiye sahip bir kullanıcıya kolaylıkla pnömatik devre tasarımı yapabilme imkanı sağlanmıştır.

Pnömatik sistemleri oluşturan tüm standart sembolleri, elemanların açıklamaları, bmp uzantılı resimleri ve pnömatik devre tasarımında gerekli hesaplamalar bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bununla birlikte pnömatik devre çizimlerinde kullanıcının belirleyeceği kurallar esas alınarak devre tasarımının yapılması sağlanmıştır.

Genel amaçlı bilgisayar destekli tasarım programlarında en büyük dezavantaj, kullanıcıların o programı kullanmak için yeterli bilgi seviyesine gelene kadar harcanan zamandır.

Geliştirilen bu program görsel bir programlama dili olan Delphi 3.0 ile yapıldığından diğer görsel programlama dilleri gibi kullanılması oldukça kolaydır. Pnömatik alanında bilgi sahibi olmayan kişilerin bile kısa sürede bu programı kullanabilmesi, pnömatik devre tasarımı yapabilmesi ve pnömatikle ilgili temel bilgileri öğrenebilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Özellikle, üretimde otomasyona geçiş ile birlikte pnömatik sistemlerin, üretim hatlarında kullanılmaları kaçınılmaz hale gelmiştir. Son yıllarda, bir çok alanda olduğu gibi, pnömatik sistemlerde ve pnömatik sistemlerde karşılaşılan problemlerin çözümünde bilgisayar kullanımı yaygın hale gelmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte pnömatik sistemlere olan gereksinim de artarak devam etmektedir. Üretim hatlarında malzeme taşınması, üretilen parçaların tespiti, montaj ve paketleme safhasına kadar hemen hemen üretimin tüm safhalarında pnömatik sistemler kullanılmaktadır. Bu safhada, kullanım amacına uygun olarak pnömatik devre tasarımı ön plana çıkmaktadır. Pnömatik devre tasarımı ile ilgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Jacic L.J., "Pnömatik Dijital Sistemlerin Bilgisayar Yardımı ile Tasarımı Üzerine Bir Sistem Yaklaşımı" isimli çalışmasında, tasarımcılar için yeni bir pnömatik kontrol sistem tasarımı ve var olan bir sistemin geliştirmesinde izlenecek basamakları açıklamıştır. Yazar bu çalışmada, pnömatik kontrol sistem tasarımı için mantık devrelerine yönelik CAD prosedürü sunmuştur. Bu prosedür ile mantık devreleri için denklem tanımlamayı hedeflemiştir (Jacic, 1985).

Jacic L.A., pnömatik devre tasarımcılarının karşılaştığı en büyük problemlerden bir tanesi olan, dijital kontrol sistemlerinde mantık devrelerinin oluşturulmasına yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, pnömatik mantık devreleri için bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma yardımı ile mantık denklemlerinin çözümü sağlanmış ve devre tasarım maliyetlerini azaltmayı hedeflemiştir (Jacic, 1986).

Hassan Che, Haron Che ve Wai Kew Khak "PneuCADDS" ismini verdikleri çalışmalarında, pnömatik devre elemanlarını simgeler halinde temsil etmişlerdir. Sembol yerleştirme ve alışılmış tasarım problemlerini çözmek için CAD tekniklerini kullanan bir sistem hazırlamışlardır. Tasarladıkları CAD sistemine pnömatik sembolleri yerleştirme, kopyalanabilme ve taşınabilme gibi özellikler kazandırmışlardır (Hassan, et all., 1994).

Wong P.K ve arkadaşları "Düşük Maliyetli Otomasyon Sistemlerinde Elektro-Pnömatik Devre Tasarımı" isimli çalışmalarında, elektro-pnömatik sıralı devreler için bir CAD sistemi algoritması tanımlamışlardır. Bu algoritma, hem pnömatik güç sistemi, hem de kontrol sistem tasarımını desteklemek için kullanılmıştır. Geliştirilen bu algoritma sıradan sistemleri, eş zamanlı sistemleri ve zaman ayarlı sistemleri tasarlayabilmektedir. Geliştirilen sistem, C++ programlama dili ile tasarlanmıştır (Wong et all., 1994).

Chuang H. ve Du C.Y., "Pnömatik Kontrol Devrelerinin Simülasyonuna Yönelik Bir Temsil" isimli çalışmalarında, grafik olarak tanımlanmış pnömatik devre elemanlarının kullanımı ile oluşturulan devreler yardımı ile özellikle piston hareketlerinin animasyonuna yönelik bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir (Chuang et all., 1996).

Chadwick B., "Pnömtik Devreleri Bilgisayarında Tasarla ve Similasyonunu Yap" isimli makalesinde pnömatik devrelerin tasarımında kullanılan, Pneusim ve Automation Studio isimli bir bilgisayar programının temel prensiplerini açıklamıştır. Hazırlanan bilgisayar programı, veri tabanı olarak bir kütüphane kullanmaktadır. Program sayesinde otomasyon hatlarında kullanılan pnömatik devrelerin simülasyon ve animasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada,

pnömatik devre tasarımında yapılabilecek tasarım ve konumlama hatalarından dolayı üretim hatlarında oluşabilecek muhtemel hataların başlangıç safhasında giderilmesi amaçlanmıştır (Chadwick 1997).

Hitchcox, A. L., "Pnömatik Valf Seçimi İçin İki Farklı Yöntem Geliştirilmesi" isimli çalışmalarında, yön kontrol valfi seçilmesi için matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Matematiksel model oluşturulmasında, basınçlı havanın akış hızı ve basıncı bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Geliştirilen matematiksel modele veri tabanı oluşturmak amacıyla, bağımsız değişkenlere göre yön kontrol valfinde meydana gelen kuvvetler ölçülmüştür (Hitchcox, et all.,1997).

Tekiner Z., Korkut İ.,. " Bilgisayar Destekli Hidrolik Devre Tasarımı " isimli çalışmalarında, bilgisayar yardımıyla hidrolik devre tasarımı için kullanıcı etkileşimli bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Geliştirilen program kullanıcı etkileşimli ve IGES veri yapısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Devrenin çizimi sırasında, standart veri yapısı ile oluşturulan hidrolik devre elemanları kullanılmıştır. Geliştirilen program üç silindirli devre kombinasyonunu tasarlayabilecek yapıdadır. Program Delphi 3.0 programlama dilinde yapılmıştır (Tekiner vd., 1998).

Korkut İ., Korucu S., "Mantık Kurallarının Pnömatik Sistemlerde Uygulanması" isimli çalışmalarında, pnömatik sistemlere mantık kurallarının PLC ile uygulanması üzerine bir yaklaşım getirmişlerdir. Temel mantık kuralları yardımı ile (AND, OR, NOT, NAND ve NOR) alarm sistemleri ve pnömatik pres tasarımları yapılmıştır (Korkut vd., 1998).

Klinzing, G.E.; Dyakowski, T., " Hidrolik ve Pnömatik Taşıyıcı Sistemler " üzerine yaptıkları çalışmalarında, pnömatik taşıyıcı sistemlerde kullanılan

tutucular ve bu sistemlerin sayısal kontrolünü yaparak bir taşıyıcı sistemin bilgisayar yardımıyla simülasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada pnömatik taşıyıcı sistemlerin (konveyör) tasarımında bilgisayar desteğinin sağlanması ile tasarım zamanı ve uzman elemana olan ihtiyaç en aza indirgenmiştir. Kullanıcının taşıyıcı sistemde, kaç silindirli devre tasarımı yapacağını ve hareket önceliklerini seçmesi tasarım için yeterli olmaktadır. Ayrıca, tasarlanan devre şemasının çıktısı IGES veri yapısı olarak alınabilmektedir. Bu işlem, programa standart veri yapılarını kullanan diğer programlara veri gönderme özelliği sağlamıştır (Klinzing, et all., 1998)

Erşahin, M.A., Ünlüsoy, Y.S., "Hidrolik Güç sistemlerinin Bilgisayar Yardımı İle Tasarımı ve Simülasyonu" adlı çalışmalarında, hidrolik güç devre şemalarının çizimi ve oluşturulan açık çevrimli devrelerin çalışmasının simülasyonu için "DrafSima" adında Visual Basic programlama dilinde bir bilgisayar yazılımı geliştirmişlerdir. Devre elemanlarının standart sembolleri elemanların işlevlerine göre sınıflandırılarak, ilgili başlıklar altında sembol kütüphanesi oluşturulmuştur. Bu kütüphaneden seçilen eleman sembolü fare yardımı ile ekranda istenilen pozisyona yerleştirilebilmektedir. Yerleştirilmiş bir sembolün yeri fare yardımı ile sürükle-bırak yöntemi kullanılarak istenilen şekilde değiştirilebilmektedir. Eleman sembollerine döndürme ve aynalama işlemleri uygulanabilmektedir. Elemanları birleştiren hatlar fare yardımı ile oluşturulmaktadır. Oluşturulan devreler, programın özel formatında dosyalar olarak kaydedilebilmekte ve açılabilmektedir. Programa yeni bir eleman kaynak koduna eklenerek dahil edilebilmektedir. (Erşahin vd., 1999).

Ayrıca, burada bahsedilemeyen fakat, bir çok firma tarafından ticari amaçlı pnömatik devre tasarımına yönelik yazılımlar mevcuttur. Bu çalışmalarda, genellikle; aktüatörler, yön kontrol valfleri, akış kontrol valfleri, vakum teknolojisi ve şartlandırıcı gibi alt başlıklar şeklinde sınıflandırılmıştır.

Literatür araştırma sonuçlarına göre, günümüze kadar hidrolik ve pnömatik sistemler ile birçok çalışma bilgisayar ortamına taşınmıştır. İncelenen çalışmaların önemli bir kısmı line ve bloklama işlemlerinden oluşmaktadır. Örneğin, menülerden seçilen elemanlar sürükle-bırak metodu kullanılarak ekranın değişik yerlerine yerleştirilip aralarındaki pnömatik hatlar çizgilerle birleştirilerek devre çizimleri yapılmaktadır.

Bu çalışmada ise pnömatik devre tasarımında, standart veri yapılarından DXF veri yapısı kullanılmaktadır. Hazırlanan bilgisayar programı yardımı ile CAD ortamlarından alınan bilgiler, standart veri yapısı olarak tasarım safhasında kullanılarak tasarımda uzman insan ihtiyacı ve tasarımdan kaynaklanabilecek hatalar giderilebilmektedir.

3. PNÖMATİĞİN TANIMI VE PRENSİPLERİ

3.1. Pnömatiğin Endüstrideki Yeri ve Önemi

Pnömatik için birçok tanım olmasına rağmen herkes tarafından kabul görmüş bir tanımlama yoktur. Pnömatik kelime olarak eski Yunancada rüzgar anlamına gelen **"Pnöma"** kelimesinden türetilmiştir. İçerik olarak basınçlı havanın davranışları ile ilgilenir.

Havanın atmosferde sınırsız olması ve güç iletimindeki avantajları pnömatiğin endüstrideki uygulama alanlarını genişletmektedir. Pnömatik endüstriye çok hızlı bir şekilde girmiş ve endüstrinin hemen hemen bütün sahalarında kullanılmaktadır. İlk etapta demir yollarında, otomobillerde ve madencilikte kullanılan basınçlı hava, endüstriyel alanlarda hızla yaygınlaşmıştır. Son yıllarda kontrol devrelerinde, robot endüstrisinde, dişçilik ekipmanlarında, cerrahi ekipmanlarda ve birçok kuvvet gerektiren endüstriyel işlemlerde kullanılmaktadır.

Pnömatiğin endüstride uygulandığı bazı alanlar şunlardır:

Gıda ve kimya sanayinde,
Fren tertibatlarında,
Silindirli sistemlerde,
Havalı motorlarda,
Vidalı sıkma işlemlerinde,
Talaş kaldırma işlemlerinde,
Raybalamada,
Taşlamada,
Perçinli birleştirmelerde,
Metalurji ve döküm sanayinde
Petrol sanayinde,
Tekstil sanayinde,
Kağıt ve deri endüstrisinde,
Ambalaj sanayinde,
Biçimlendirme işlemlerinde,
Zımbalama işlemlerinde,
Bağlama işlemlerinde,
Taşıma işlemlerinde,

Kaldırma işlemlerinde, Havalı püskürtme işlemlerinde

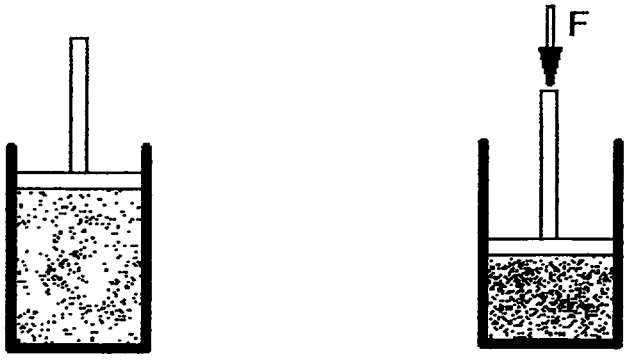
(Lansky et all, 1986).

3.2. Pnömatiğin Temel Prensipleri

Diğer gazlar gibi havanın da belirli bir şekli yoktur. İçinde bulunduğu hacmin (kabın) şeklini alır, sıkıştırılabilir ve genleşebilir bir yapıya sahiptir. En ufak bir kuvvetle bile şekil değiştirebilir. Pnömatik sistemlerde gazların sıkıştırılabilir özelliğinden yararlanılmaktadır. Pnömatik sistemlerde, gazlarla ilgili iki fiziksel kanun ön plana çıkmaktadır. Bu kanunlar Boyle Mariotte ve Gay-Lussac kanunlarıdır.

3.2.1. Boyle Mariotte kanunu

Kapalı bir kaptaki gaz kütlesinin sıcaklığı sabit kalacak şekilde sıkıştırılırsa basıncı ile hacminin çarpımı sabittir ve hacim değiştirilirse basınçta değişir. Şekil 3-1'de görüldüğü gibi dışarıdan etki eden bir kuvvet sonucu hacim küçülmüş basınç artmıştır, fakat hacmi ile basınçlarının çarpımı eşittir. Burada basınç "P" ile, hacim "V" ile gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Boyle Mariotte kanunu

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = P_3 \times V_3 = \text{Sabit} \quad \text{veya} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}\text{'dir (Parr, 1991).} \qquad (3.1)$$

3.2.2. Gay-Lussac (Lusak) kanunu

Gay-Lussac kanunu, genel olarak sabit basınç altında genleşme ve sabit hacim altında genleşme kuralı ile açıklanabilir.

3.2.2.1. Sabit basınç altında genleşme

Sabit bir basınç altındaki gazın sıcaklığı artırılır veya azaltılırsa, hacim'de sıcaklıkla orantılı olarak artar veya azalır. Yani, gazların ilk sıcaklığı ve cinsi ne olursa olsun, hangi basınç altında bulunursa bulunsun, basıncın sabit kalması şartıyla, gazlar eşit miktarda ısıtılınca eşit miktarlarda genleşirler.

Havanın basıncı sabit tutulur ve 1°K'lik ısıtılırsa hacminin 1/273'ü kadar genleşir. Bu aynı zamanda genleşme katsayısıdır; $\alpha = 1/273$

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273}(T_2 - T_1) \quad \text{veya} \quad V_2 = V_1(1 + \alpha \times t) \qquad (3.2)$$

Burada;

V_1: İlk hacim (m^3)

V_2: Son hacim (m^3)

T_1: Kelvin cinsinden ilk sıcaklık (°K)

T_2: Kelvin cinsinden son sıcaklık (°K)

t: Derece cinsinden sıcaklık (°C)'dir (Parr,1991).

3.2.2.2.Sabit hacim altında genleşme

Bir gazın hacmi sabit tutularak sıcaklığı değiştirilirse o gazın basıncı sıcaklıkla orantılı olarak değişir.

$$P_2 = P_1 + \frac{P_1}{273}(T_2 - T_1), \qquad P_2 = P_1(1 + \alpha \times t) \tag{3.3}$$

Denklem 3.3'te,

P_1: ilk basınç (Atm)

P_2: son basınç (Atm)

T_1: Kelvin cinsinden ilk sıcaklık (°K)

T_2: Kelvin cinsinden son sıcaklık (°K)

t: Derece cinsinden sıcaklık (°C) olarak tanımlanmıştır.

Bu anlatılanların ışığında gazlarla ilgili genel denklemler çıkarılabilir. Bunlar;

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1}, \qquad \Delta V = V_2 - V_1 \tag{3.4}$$

ΔV:Hacimdeki değişme miktarıdır.

$\Delta V = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} - V_1 = V_1 \times \frac{T_2 - T_1}{T_1}$ yazılır. Buradan,

$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + V_1 \times \frac{T_2 - T_1}{T_1}$ yazılır.

Boyle-Mariotte kanunundan (3.1 numaralı denklemden);

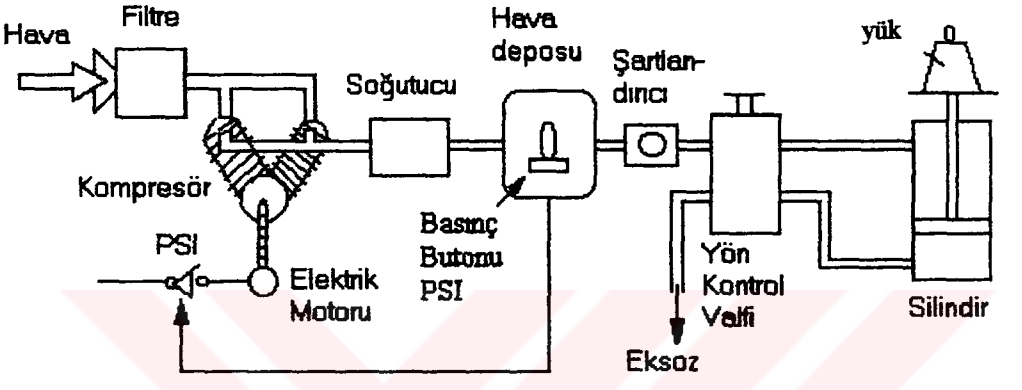
$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$, $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ veya $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ yazılır.

$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$ "Genel Gaz Denklemi" buradan;

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ veya $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ yazılır (Parr,1991). (3.5)

3.3. Pnömatik Sistemler

Basınçlı ve kontrol edilebilen havayla doğrusal, dairesel ve açısal hareket elde edilmesini sağlayan sistemlere pnömatik sistemler denilmektedir. Şekil3.2'de bir pnömatik sistem şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Pnömatik sistemin genel yapısı (Parr, 1991)

3.3.1. Pnömatik sistemin avantajları

1. Pnömatik sistemlerde kullanılan havanın atmosferde bol miktarda olması ve ücretsiz olarak kullanılması en önemli avantajıdır,
2. Basınçlı hava pnömatik borular sayesinde istenilen uzaklığa rahatlıkla taşınabilir. Maksimum 1000 metreye kadar taşınabilir fakat basınç kaybından dolayı çok uzun olması tavsiye edilmez,
3. Çok yüksek hızlar elde edilebilir (1-5 m/sn, 50-50000 dev/dk), hızlar ve kuvvetler istenilen büyüklükte ayarlanabilir,
4. Basınç düşüklüklerinde sistem otomatik olarak devreye girer ve uygun basınca ulaşıncaya kadar çalışır,
5. Basınçlı hava bir merkezde toplanır ve kullanılacak tüm alanlara elektrik, su ve gaz gibi gönderilebilir,

6. Havanın temiz olmasından dolayı sistemde oluşabilecek herhangi bir kaçak insan sağlığını ve çalışma ortamını etkilemez. Bu sebeple gıda sanayinde ve ortam temizliğinin önemli olduğu yerlerde rahatlıkla kullanılabilir,
7. Pnömatik sistemi oluşturan elemanlar ucuz ve rahat kullanılabilirler,
8. Sıcaklık değişmelerine karşı duyarlı olmadığından sıcak ortamlarda rahatlıkla kullanılırlar (80^0-90^0'ye kadar dayanan elemanlarla bir sistem kurulabilir),
9. Pnömatik sistemler, otomatik olarak kumanda edilebilir ve programlanabilir kontrol sistemlerle kullanılabilirler.

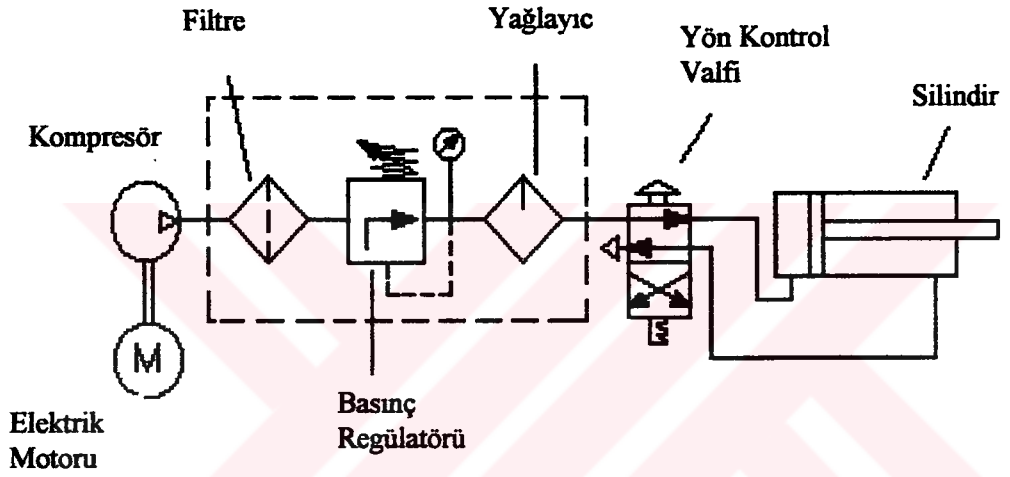
3.3.2. Pnömatik sistemin dezavantajları

1. Çok yüksek basınç gerektiren yerlerde kullanılmazlar. Ancak 15 bar'a kadar basınç elde edilebilir,
2. Normal çalışma basıncı 6 bar olduğundan sistemde elde edilecek kuvvet 2000-3000 kgf arasında değişir,
3. Hava sıkıştırıldığından silindir ve motorların hızlarını sürekli aynı seviyede tutmak mümkün değildir. Sabit piston hızları elde edilemez,
4. Havadaki nem yüzünden pnömatik devre elemanları paslanmayla karşı karşıyadır. Uygun yağlayıcı ve filtre kullanılmadığı zaman sistem çalışmakta zorluk çeker.

4. PNÖMATİK DEVRE

4.1. Pnömatik Devrenin Ana Kısımları

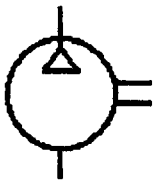
Üretim sistemlerinin değişik yerlerinde hava ile çalışan çok sayıda pnömatik eleman kullanılabilir. Bu elemanlarla basınçlı havanın kullanılmasına pnömatik devre denilmektedir. Şekil 4.1'de temel elemanları ile sembolik olarak çizilmiş bir pnömatik devre görülmektedir.



Şekil 4.1. Temel elemanları ile bir pnömatik devre (Parry, 1991)

4.1.1. Kompresörün tanımı ve sembolü

Pnömatik sistemlerde kullanılan basınçlı havanın üretilmesini sağlayan elemanlara kompresör denir. Basınçlı hava üretimi genelde merkezi bir basınç kaynağından sağlanarak sisteme pnömatik borular veya hortumlar sayesinde aktarılır. Kompresörün standart sembolü Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Kompresörün standart sembolü (TS 1306, 1975)

Kompresör seçimini etkileyen faktörlerin başında kullanılacak olan hava miktarının belirlenmesi ve kapasite tayininin yapılması gelir. Düşük kapasiteli bir kompresör seçiminde verim düşer. Kompresör sürekli devreye girip çıkması nedeniyle kompresörün ömrü olumsuz şekilde etkilenir.

Kompresörlerin tanımlanması çıkış debisi ve basınç değerleri ile yapılır. "Çıkış debisi" standart basınç ve sıcaklık şartları altında Nm^3/dk yada Nlt/dk, çevre şartlar altında ise m^3/dk veya lt/dk olarak ifade edilir (Kartal, 1997).

4.1.1.1. Kompresör çeşitleri

Çalışma şartlarına göre çalışma basıncı ve gerekli hava miktarı bakımından değişik tiplerde kompresörler vardır. Kompresörler genel olarak sıkıştırma şekline göre iki grup altında isimlendirilirler. Bunlardan birincisinde kapalı bir hacim içerisindeki hava, hacim küçültülerek sıkıştırılır pistonlu ve döner elemanlı kompresörlerde olduğu gibi, ikinci tipte ise hava bir taraftan emilerek hızlandırılır. Daha sonra bu hız enerjisi basınç enerjisine dönüştürülerek çıkış hattında istenilen basınca ulaşılır, türbin tipi kompresörlerde olduğu gibi (Festo, 1978).

4.1.1.1.1. Pistonlu kompresör

Silindir içindeki pistonların aşağı yukarı hareketleriyle emme-basma yaparak çalışırlar. En çok kullanılan kompresör çeşitlerindendir. Bir ve daha fazla kademeli pistonlu kompresörler mevcuttur. Ekonomik açıdan 7 bar'ın altında çalışan sistemlerde bir kademeli pistonlu kompresörler kullanılır. Yüksek basınç gereken sistemlerde 2-3 kademeli pistonlu kompresörler kullanılabilir. Pistonlu kompresörler biyel kollu ve diyaframlı olarak ikiye ayrılırlar. Diyaframlı kompresörler son derece sessiz çalışırlar, diyafram sistemi

sayesinde gereğinden fazla yağın havayla birlikte sisteme gidişi engellenmiş olur. Sağlık ve eğitim kurumlarında sıkça kullanılırlar.

4.1.1.1.2. Paletli kompresörler

Gövde içerisine bağlanmış bir eksantrik rotorun dönüş yönüne bağlı olarak bir tarafında hacim büyümesi diğer tarafta hacim küçülmesi sayesinde basınçlı hava üreten kompresörlerdir. Hacim büyümesi olan tarafta emme, hacim daralması olan tarafta sıkıştırma işlemi gerçekleşmiş olur. Rotor içindeki paletler eksene dik hareket edecek şekilde yerleştirilmişlerdir. Rotorun dönmesiyle merkezkaç kuvveti sayesinde paletler hareket ederek havayı depo ederler. Bu kompresörler sessiz ve titreşimsiz çalışırlar.

4.1.1.1.3. Vidalı kompresör

Birbiriyle asimetrik olan iki vidanın birbiriyle ters dönmesi sonucu diş boşluklarına aldıkları havayı sıkıştırmaları sayesinde basınçlı hava üreten kompresörlerdir. Bu tür kompresörlerin bakımları kolaydır. Çalışma ortamına göre yağlanabilen veya kuru çalışan vidalı kompresörler mevcuttur. Kuru çalışanları daha çok ilaç ve gıda sanayinde kullanılır.

4.1.1.1.4. Rotorlu kompresör

İki rotorun bir gövde içerisinde birbirleriyle ters yönde dönmesiyle emdikleri havayı sıkıştırarak sisteme gönderen kompresörlerdir. Rotorlardan biri hareketi direk elektrik motorundan alır ve diğer rotoru da döndürerek havayı emerler. Bu tip kompresörlerin basınçları düşük, debileri yüksektir. Bu nedenle fazla güç gerektiren yerlerde kullanılmazlar (Parr, 1991).

4.1.1.1.5. Türbin tipi kompresör

Havaya hız kazandırarak hızı basınca dönüştüren kompresörlerdir. İki tipe ayrılırlar;

a) Eksenel türbin tip kompresör: Bir mil üzerine yerleştirilen pervanenin yüksek devirde dönmesiyle havaya hız kazandırarak sıkıştıran kompresörlerdir.

b) Radyal türbin tipi kompresörler: Bir motor ve çıkışa doğru çapı küçültülmüş stator üzerine yerleştirilmiş kanatlardan oluşmuştur. Çıkışa doğru hacim küçüldüğünden hava hız kazanır (Parr, 1991).

4.1.1.2. Kompresörlerde kapasite

Bir kompresörün çıkış debisi o kompresörün kapasitesini belirler. Sistem için gerekli olan hava miktarı belirlendikten sonra o ihtiyacı karşılayacak kapasitede kompresör seçimi yapılmalıdır. Kompresör tipine bağlı olarak çıkış debisi birkaç lt/dk'dan 50000 m^3/dk'ya kadar, çıkış basıncı ise 10 bar'dan 1000 bar'a kadar değişebilir.

4.1.2. Basınçlı havanın hazırlanması

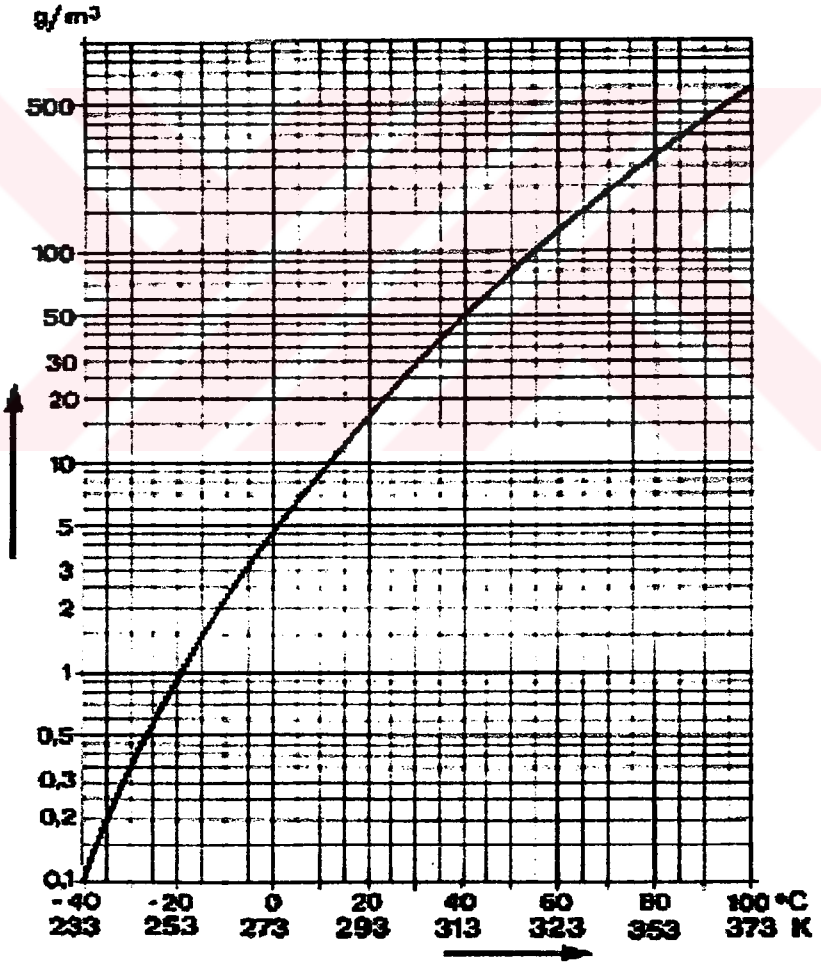
Kompresörler sayesinde elde edilen basınçlı havayı doğrudan sisteme göndermek sakıncalı durumları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle basınçlı hava sisteme gönderilmeden önce bazı işlemlere tabi tutulur. Bu işlemler; havanın nem miktarının ayarlanması, kurutulması, filtre edilmesi (temizlenmesi), yağlanması ve basıncının ayarlanmasıdır.

4.1.2.1. Havanın nem miktarının ayarlanması

Kompresör tarafından emilen havanın içinde belli bir miktar su buharı bulunur. Bu miktar çevre ve iklim şartlarına göre değişiklik gösterir. Su buharı

havanın taşıyabileceğinden fazla olması durumunda su haline dönüşür ve sistemlerde istenmeyen durumlara sebep olur. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için havanın nem miktarını taşıyabileceği seviyede tutmak gerekir. Bu nedenle havanın nem miktarını tespit etmek gerekir. Burada, mutlak nem oranı ve bağıl nem oranı kavramlarını tanımlamak gerekirse, havanın bulunduğu sıcaklıkta $1m^3$'ün taşıyabileceği su buharı doyma miktarı (DM) olarak tanımlanır.

Şekil 4.3'te $1m^3$ havanın değişik sıcaklıklardaki taşıyabileceği su buharı miktarı görülmektedir.



Şekil 4.3. $1m^3$ havanın değişik sıcaklıklardaki taşıyabileceği su buharı miktarı (Doyma eğrisi) (Festo didactic)

Mutlak nem oranı (M.N.O): Normal şartlar altında $1m^3$ havada bulunan su buharına mutlak nem denir.

Bağıl nem oranı (B.N.O): Herhangi bir sıcaklıkta $1m^3$ havadaki mutlak nemin doyma miktarına oranının yüzdesine bağıl nem oranı denir.

$$B.N.O = \frac{M.N.O}{D.M} \times 100 \qquad (4.1)$$

4.1.2.2. Havanın kurutulması

Havanın kurutulması demek havanın içindeki mutlak nem oranının istenilen seviyeye indirilmesi demektir. Bunun için de şu yöntemler kullanılır;

- Fiziksel yöntemle havanın kurutulması,
- Kimyasal yöntemle havanın kurutulması,
- Havanın sıcaklığını düşürerek kurutma.

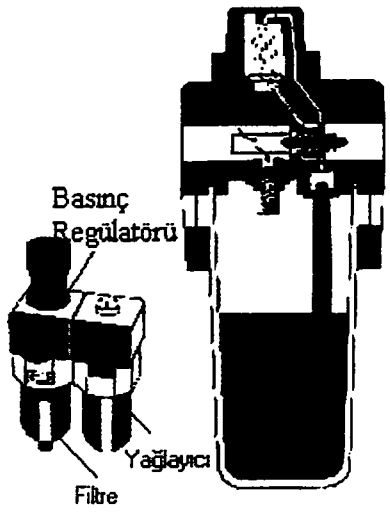
Fiziksel kurutma yönteminde hava, içinde silisyum dioksit taneleri bulunan tüpler içinden geçirilerek su buharının taneler tarafından emilmesiyle kurutulur. Kimyasal kurutma yönteminde, hava kurutucu içine girdiğinde ilk olarak bir plakaya çarpar ve nemin bir miktarı burada ayrışır. Bir üst kademede bulunan nem ile birleşen ve çözünen kimyasal maddelerden geçirilerek hava kurutulur. Kimyasal madde olarak genelde NaCl (tuz) kullanılır.

Havanın sıcaklığını düşürerek kurutmada, hava bir soğutma sisteminden geçirilerek sıcaklığı 1.5-4 ^{0}C'ye kadar düşürülür. Sıcaklığı düşürülen havanın içindeki su buharı yoğunlaşarak su haline gelir ve kurutucunun dibine çöker. Biriken su elle veya otomatik olarak boşaltılabilir.

4.1.2.3. Havanın şartlandırılması

Atmosferden emilen hava kurutulduktan ve nem miktarı ayarlandıktan sonra filtre edilmesi, basıncının ayarlanması ve yağlanması gerekir. Bu işlemlerin tümüne birden havanın şartlanması denir. Filtre edilmesinde amaç hava içerisinde toz halinde bulunan pisliklerin ve kompresörün içinden gelen yağın temizlenmesini sağlamaktır. Sistemdeki basınç değişikliklerini önlemek için de, hava basınç ayarlayıcısından geçirilir. Böylece pnömatik alıcıların sabit basınçlarda çalışması sağlanır. Havanın yağlanmasındaki amaç da sistemde kullanılan elemanların hareketlerini kolaylaştırmak yani sürtünmeyi azaltmak, paslanmayı önlemek, bazı bölgelerde yağ molekülleri sayesinde sızdırmazlığı sağlamaktır.

Pnömatik sistemlerde havanın şartlandırılması için filtreleme, basınç düzenleme ve yağlama işlemlerini yapan hava hazırlama üniteleri mevcuttur. Bu ünitelere şartlandırıcı veya bakım ünitesi denir. Şekil' 4.4'te şartlandırıcı kesiti ve Şekil 4.5'te şartlandırıcının standart sembolü görülmektedir.



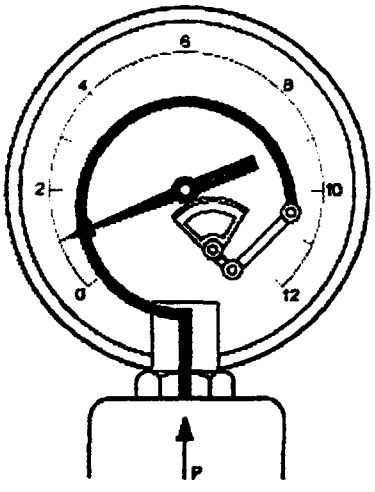
Şekil 4.4. Şartlandıcı (Festo, 1995)



Şekil 4.5. Şartlandırıcı standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.3. Manometreler

Pnömatik sistemlerde sitemin basıncını ölçmeye yarayan aletlere manometre denir. Genel olarak hava deposuna ve basınç hattına bağlanırlar. Sistemde bağlı bulunduğu yerdeki basıncı "bar" veya "psi" cinsinden ölçerler. İki tip manometre mevcuttur. Elastik ölçüm elemanlı ve sıvılı manometrelerdir. Elastik ölçüm elemanlı manometreler bir ucu kapalı "C" şeklindeki tüpü basınçlı havanın etkisiyle bağlı bulunduğu ibreyi hareket ettirmesiyle basınçlı havanın diyaframlı sisteme bağlı olan ibreyi hareket ettirmesiyle çalışırlar. Sıvılı manometreler basınçlı havanın etkisiyle "U" şeklindeki bir tüpe doldurulmuş civayı yukarı kaldırmasıyla basınç ölçerler. Şekil 4.6'da bir manometre şekli ve Şekil 4.7'de sembolü görülmektedir (Lansky, 1986).



Şekil 4.6. Manometre

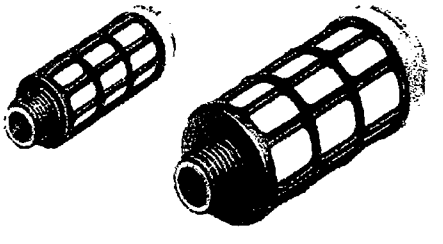


Şekil 4.7. Manometre standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.4. Susturucular

Pnömatik sistemlerde işi biten hava eksoz hattından dışarı atılır. Bu esnada insanı rahatsız edici ses çıkarmasını önlemek için havanın çıkışına bağlanan devre elemanlarına susturucu denir. Susturucu içine giren havanın hacmi büyültülerek hızı düşürülür. Sinterlenmiş parçalar yardımıyla oluşan gürültü önemli ölçüde giderilmiş olur.

Eksozdan atılan havanın içerisinde sistemden gelen yağ ve tozların ortamı, insan sağlığını etkilememesi için filtreli susturucular kullanılır. Şekil 4.8'de susturucu resmi ve Şekil 4.9'da susturucu standart sembolü görülmektedir.



Şekil 4.8. Susturucu



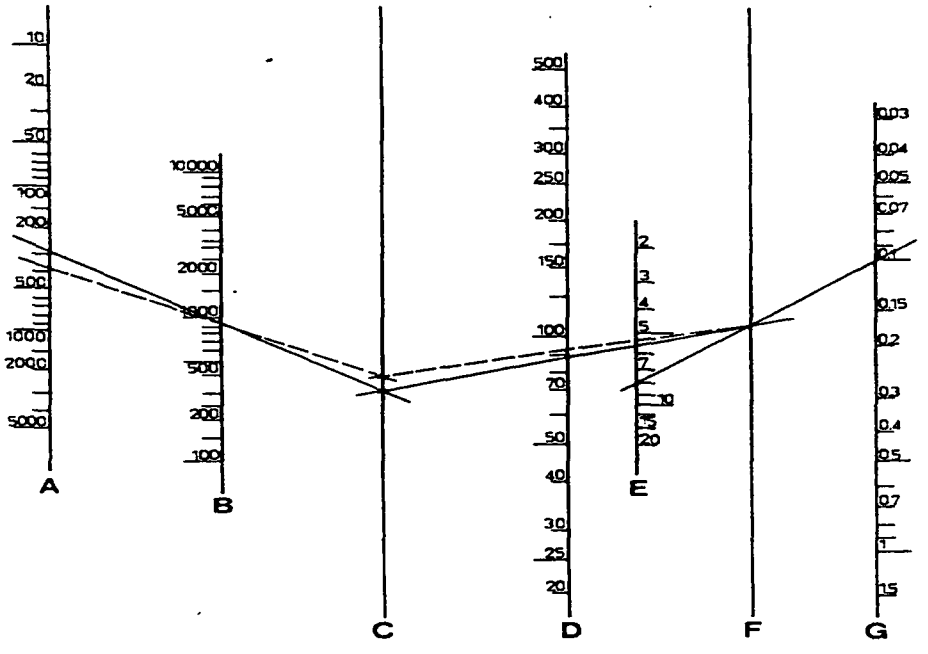
Şekil 4.9. Susturucu standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.5. Basınç anahtarı

Basınç anahtarları, pnömatik sistemlerde elektrikle çalışan elemanların anahtarını basınçlı hava ile açıp kapamaya yarayan devre elemanlarıdır. Pnömatik sistemlerde kullanılan hava depolarının basıncının azalması veya artmasına bağlı olarak devreye girerek kompresörün motorunu çalıştırır veya durdurur.

4.1.6. Pnömatik borular ve boru iç çapının bulunması

Pnömatik sistemde üretilen basınçlı hava pnömatik borularla veya hortumlar ile alıcılara ulaştırılır. Boruların malzemesi kullanıldığı ortama bağlı olarak çelik, bakır veya plastik malzemelerden imal edilirler. Sistemde borulardan kaynaklanan basınç düşmesini önlemek için boru iç çapını iyi hesap etmek gerekir. Şekil 4.10'da görüldüğü gibi boru iç çapı, sistem basıncına, sistemdeki basınç düşüşüne, emilen havanın debisine ve kullanılacak toplam boru uzunluğuna bağlı olarak bulunur.



Şekil 4.10. Boru iç çapını veren diyagram (Festo)

Şekil 4.10'daki diyagramın kullanılması; A ekseninden toplam boru uzunluğu ile B ekseninden tüketilen hava miktarı bir doğru ile kesilir ve C eksenine kadar uzatılarak bir nokta bulunur. E ekseninden çalışma basıncı ile G ekseninden sistemin basınç kaybı bir doğru ile birleştirilerek F ekseni üzerinde ikinci bir nokta bulunur. Bulunan bu iki nokta bir doğru ile birleştirilerek D ekseninden sistemde kullanılması gereken boru çapı bulunur.

4.1.7. Pnömatik Silindirler

Pnömatik sistemlerde elde edilen pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren elemanlara pnömatik silindir denilmektedir. Pnömatik silindirler genel olarak 1.5 m/sn ile 3 m/sn arasındaki hızlarda çalışabilirler. Kurs boyu ise 1mm'den 2000 mm'ye kadar değişir ve 5000 kgf'a kadar kuvvet taşıyabilirler.

4.1.7.1. Silindir çeşitleri

Pnömatik devrelerde kullanılan silindirler aşağıdaki gibi sınıflandırılır,

-Tek etkili silindirler

-Çift etkili silindirler

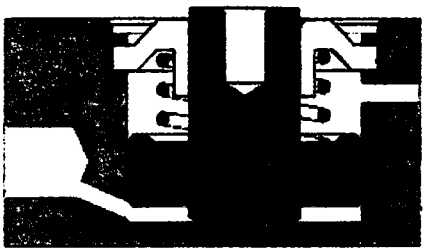
-Tandem silindirler

-Teleskobik silindirler

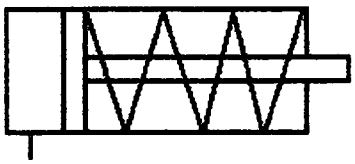
-Döner silindirler (Norgren, 1985).

4.1.7.1.1. Tek etkili silindirler

Tek etkili silindirlerde basınçlı hava silindir içine tek taraftan girerek iş yapar. Bu silindirler ileri doğru iş yaparlar ve geri dönüş hareketi yayla, elle veya pistonun üzerindeki bir yük vasıtasıyla olur. Şekil 4.11'da tek etkili silindirin kesit görünüşü ve Şekil 4.12'de sembolü görülmektedir.



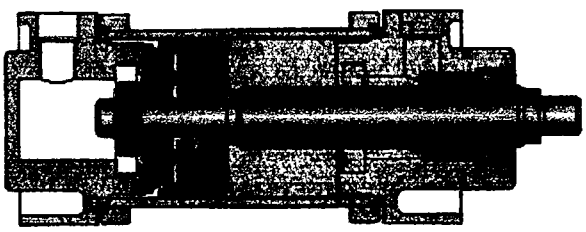
Şekil 4.11. Tek etkili silindir



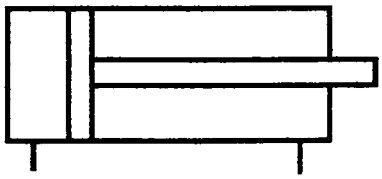
Şekil 4.12. Tek etkili silindir standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.7.1.2. Çift etkili silindirler

Çift etkili silindirler hem ileri giderken hem de geri gelirken iş yaparlar. Piston ileri hareketinde üretilen kuvvet geri gelirken üretilen kuvvetten büyük olur. Çünkü piston yüzey alanları piston kolundan dolayı farklıdır. Yani ileri harekette basınçlı hava daha büyük alana etki eder ve ürettiği kuvvet büyük olur. Şekil 4.13'te bir çift etkili silindir kesiti ve Şekil 4.14'te sembolü görülmektedir.



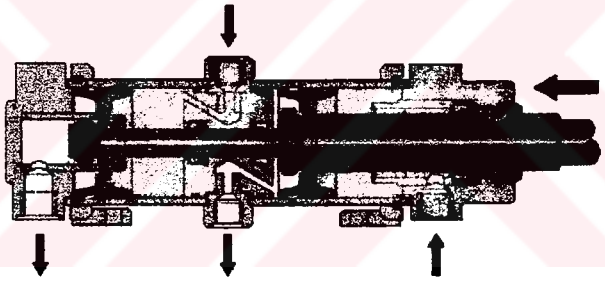
Şekil 4.13. Çift etkili silindir



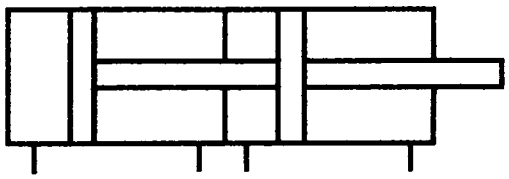
Şekil 4.14. Çift etkili silindir standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.7.1.3. Tandem silindirler

Yüksek kuvvet gerektiren ve montaj yerinin küçük olduğu yerlerde kullanılır. Bir gövde içerisinde iki adet çift etkili silindirin birleştirilmesinden oluşurlar. Böylelikle çalışma kuvveti hemen hemen iki katına çıkarılmış olunur. Şekil 4.15'de bir tandem silindir kesiti ve Şekil 4.16'da sembolü görülmektedir.



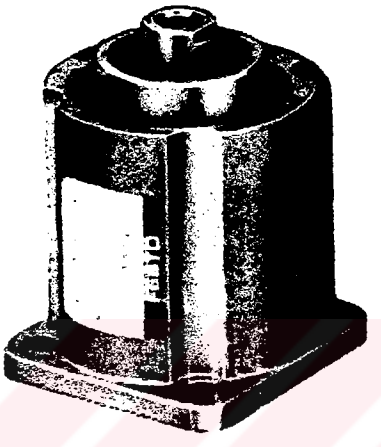
Şekil 4.15. Tandem silindir



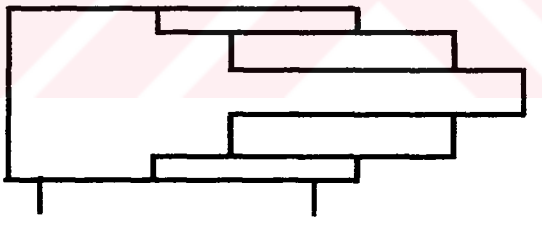
Şekil 4.16. Tandem silindir standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.7.1.4. Teleskobik silindirler

Kurs boyunun uzun ve montaj yerinin küçük olduğu yerlerde kullanılır. Tek ve çift etkili olanları vardır. Şekil 4.17'de teleskobik silindir resmi ve Şekil 4.18'de sembolü görülmektedir.



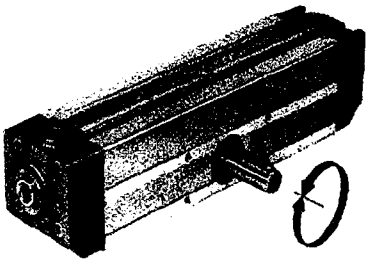
Şekil 4.17. Teleskobik silindir



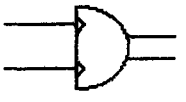
Şekil 4.18. Teleskobik silindir standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.7.1.5. Döner silindirler

Doğrusal hareketi açısal harekete çeviren silindirlerdir. Piston kolu üzerine açılan kramayer dişli sayesinde 45, 90, 180, 360 ve 720 dereceye kadar açısal hareket üretebilirler. Şekil 4.19'da döner silindir resmi ve Şekil 4.20'de döner silindir sembolü görülmektedir.



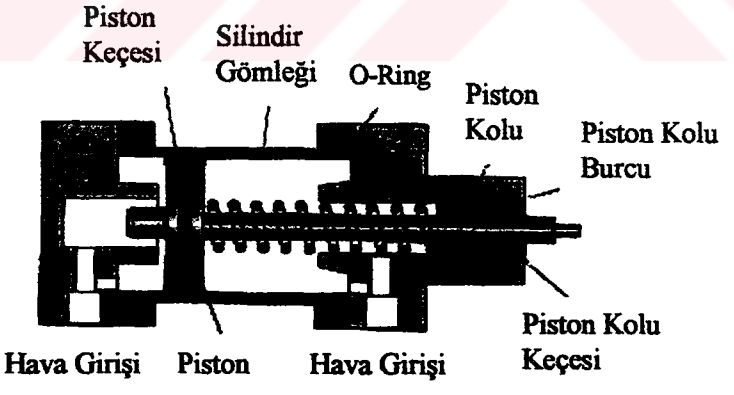
Şekil 4.19. Döner silindir



Şekil 4.20. Döner silindir standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.7.2. Silindir elemanları

Şekil 4.21'de bir silindirin kesiti ve elemanları görülmektedir.



Şekil 4.21. Çift etkili silindirin kesiti ve elemanları (Festo)

Şekil 4.21'de görüldüğü gibi silindirlerin en önemli elemanlarından bir tanesi silindir gömleğidir. Silindir gömleği, genellikle pirinç veya çelikten imal edilirler. Silindir gömleğinin içi kaplanarak ömrü uzatılır.

Pistonlar, genel olarak dökme demirden imal edilirler. Tek veya iki parça olabilirler. Piston kolunun takılı bulunduğu yerlerdeki sızdırmazlık burç yada o-ringler tarafından sağlanır.

Piston kolu yüksek mukavemetli çeliklerden imal edilirler. Piston kolları korozyon ve aşınmayı önlemek için sert kromla kaplanırlar. Pistonlara vidalı veya pimli olarak takılabilirler.

Silindirlerin diğer bir elemanı ise sızdırmazlık elemanlarıdır. Bu elemanların geometrileri ve malzemeleri çok önemlidir. Genelde kauçuk ve poliüretandan yapılırlar. Montajları sırasın da çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü sızdırmazlık elemanında oluşacak en küçük bir çizilme veya zedelenme pnömatik sistemin arıza yapmasına sebep olabilir (Kartal, 1997).

4.1.7.3. Silindirlerde kuvvet iletimi

Pnömatik silindirlerde oluşturulan kuvvet piston çapına, çalışma basıncına ve silindirin verimine bağlı olarak değişir.

Piston kuvveti; $F=P.A.\eta$ (4.2)

$A= \pi(D^2-d^2)/4$ (4.3)

Burada;

F: Piston kolunun itme kuvveti (kgf, N)

A: Piston yüzey alanı (cm^2)

P: Çalışma basıncı (kg/cm^2, bar)

η: Silindir verimi

D: Piston çapı (cm)

d: Piston kolu çapı (cm)'dir.

Örnek: Bir pnömatik sistemde çalışma basıncı 6 bar, piston iç çapı 100mm ve piston kolu çapı 40mm'dir. Verim sürtünmelerden dolayı 0,1 kayba uğradığına göre piston itme kuvvetini ve pistonun geri hareketinde üretebileceği maksimum çekme kuvvetini bulunuz.

1 bar = 10 N/cm^2 = 1,02 kgf/cm^2 $A= \pi.D^2/4$ F=6,12.78,5.0,9

P= 6 bar = 6.1,02 = 6,12 kgf/cm^2 $A=3,14.10^2/4$ F=432,39 kgf

D=100mm=10cm $A=78,5\ cm^2$ (itme kuvveti)

d=40mm=4cm

Pistonun geri hareketindeki etkin yüzey alanı;

$A= \pi(D^2-d^2)/4$

$A= 3,14.(10^2-4^2)/4$

$A =65,94\ cm^2$

Maksimum çekme kuvveti;

$F= P.A.\ \eta$

F= 6,12.65,94.0,9

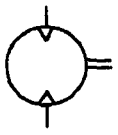
F= 363,2 kgf

4.1.7.4. Silindirlerde yastıklama

Pistonun ileri ve geri hareketleri sonucunda (kurs sonunda) çarpması istenmeyen bir durumdur. Çünkü bunun sonucunda silindirin zarar görmesinin dışında titreşim ve sarsıntıdan dolayı diğer devre elemanları da zarar görür. Pistonun kurs sonunda kesit daralması yapılarak havanın çıkışı zorlaştırılır ve böylece hızı azaltılarak yastıklama yapılmış olunur.

4.1.8. Pnömatik motorlar

Pnömatik sistemlerde kullanılan alıcılardan biri de basınç enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren pnömatik motorlardır. Pnömatik motorların devir sayıları 500 000 devir/dak'ı bulur. İstenilen hızda ayarlanabilir ve dönüş yönü hareket esnasında değiştirilebilir. Şekil 4.22'de pnömatik motor sembolü görülmektedir (Lansky, 1986).



Şekil 4.22. Pnömatik motor standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.8.1. Pnömatik motor çeşitleri

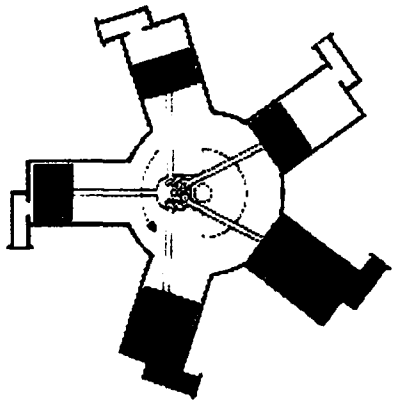
-Pistonlu pnömatik motorlar
-Paletli pnömatik motorlar
-Dişli pnömatik motorlar
-Türbin tipi pnömatik motorlar (Lansky, 1986).

4.1.8.1.1. Pistonlu pnömatik motorlar

Basınçlı havanın belli sayıdaki pistona kazandırdığı doğrusal hareketi dairesel harekete çevirerek iş yaparlar. Pistonlu motorlar radyal pistonlu ve eksenel pistonlu motorlar olarak ikiye ayrılırlar.

Radyal pistonlu motorlar Şekil 4.23'te görüldüğü gibi pistonlar hareket ileten mile dik olarak yerleştirilmiştir. Dönme momentinin yüksek olması istenilen yerlerde kullanılırlar. İş yaptıkları anda 500 ila 1500 dev/dak arasında devirler elde edilebilir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



Şekil 4.23. Radyal pistonlu motor

Eksenel pistonlu motorlarda pistonlar hareket ileten mile paralel bağlanmışlardır. Pistonlar eğik bir plakanın dairesel hareketi sırasında ileri geri hareket ederler. Motor mili hava giriş yönüne bağlı olarak istenilen yöne doğru dönerler. İş yaptıkları anda 1500 ile 3000 dev/dak arasında devirler elde edilebilir.

4.1.8.1.2. Paletli pnömatik motorlar

Motor gövdesi içine eksantrik yerleştirilen rotorun üzerinde eksenel hareket eden paletlere basınçlı hava çarpmasıyla dönme hareketi üretirler. Bu tip motorlar iki yöne de dönebilirler. En çok kullanılan pnömatik motor çeşitlerindendir.

4.1.8.1.3. Dişli pnömatik motorlar

Biri hareket ileten mile bağlı olan iki dişlinin beraber çalışmasıyla dairesel hareket üreten motorlardır. Hava girişine bağlı olarak iki yöne de dönebilirler. Dönme momentinin yüksek olduğu yerlerde kullanılırlar. Motor gücü yaklaşık 45 kw civarındadır.

4.1.8.1.4. Türbin tipi pnömatik motorlar

Daha çok, düşük güç ve yüksek hız gereken yerlerde tercih edilirler. Ani yüklemeler karşısında dururlar. Devir sayıları 500000 dev/dak'ya kadar ulaşabilirler. Dişçilik ekipmanlarında kullanılan pnömatik motorlar genelde bu tip motorlardır (Kartal,1997).

4.1.9. Pnömatik valfler

Pnömatik valfler pnömatik sistemlerin en önemli elemanlarındandır. Basınçlı havanın basıncını, akış miktarını ve yönünü kontrol eden devre elemanlarıdır. Valfler kontrol biçimlerine, çalışma şekillerine, yol ve konumlarına göre isimlendirilirler. Yaptıkları işe göre üç guruba ayrılırlar;

-Akış kontrol valfleri

-Basınç kontrol valfleri

-Yön kontrol valfleri (Norgen, 1985).

4.1.9.1. Akış kontrol valfleri

Akış kontrol valfleri borulardan geçen havanın kontrolünü yaparak pnömatik alıcıların hız ayarını yaparlar. Bu nedenle de diğer bir adları hız kontrol valfleridir. Akış kontrol valfleri üçe ayrılır;

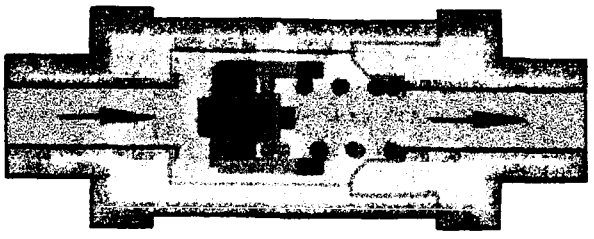
-Tek yönde geçit veren akış kontrol valfi (çek valf)

-Ayarlanabilen akış kontrol valfi

-Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi.

4.1.9.1.1. Tek yönde geçit veren akış kontrol valfi (çek valf)

İsminden de anlaşıldığı gibi havanın akışına tek yönde izin verirler. Diğer taraftan hava geçişine izin vermezler. En çok kullanılan tipleri bilyalı ve konik kapakçık tipli olanlardır. Şekil 4.24'te yaylı çek valf kesiti ve Şekil 4.25'te sembolü görülmektedir.



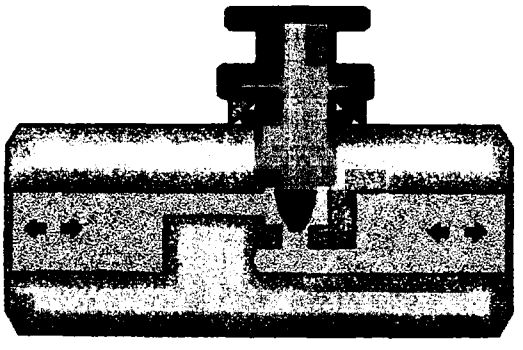
Şekil 4.24. Yaylı çek valf



Şekil 4.25. Yaylı çek valfin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.1.2. Ayarlanabilen akış kontrol valfi

Kısma valfi de denilen bu valfler Şekil 14.26'da görüldüğü gibi bir vida yardımıyla havanın geçişini kesit daralmasıyla ayarlayarak kontrol ederler.



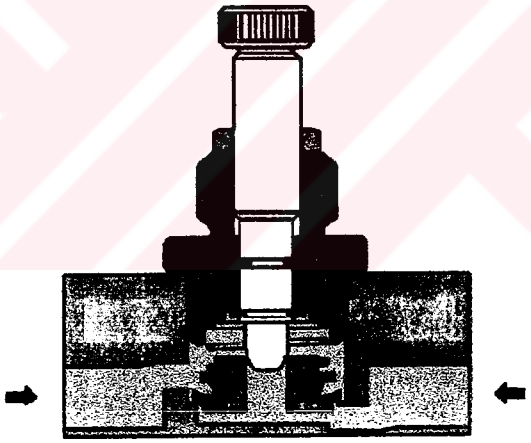
Şekil 4.26. Ayarlanabilen akış kontrol valfi



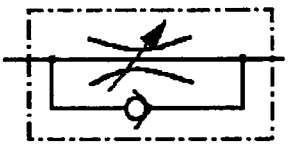
Şekil 4.27. Ayarlanabilen akış kontrol valfi standart senbolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.1.3. Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi

Tek yönde geçit veren çek valfle ayarlanabilen akış kontrol valfinin birleştirilmesiyle oluşmuştur. Akış kontrolünü tek yönde sağlarlar, diğer yönde akış serbest olarak geçiş yapar. Şekil 4.28'de çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valf kesit resmi ve Şekil 4.29'da standart sembolü görülmektedir.



Şekil 4.28. Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi



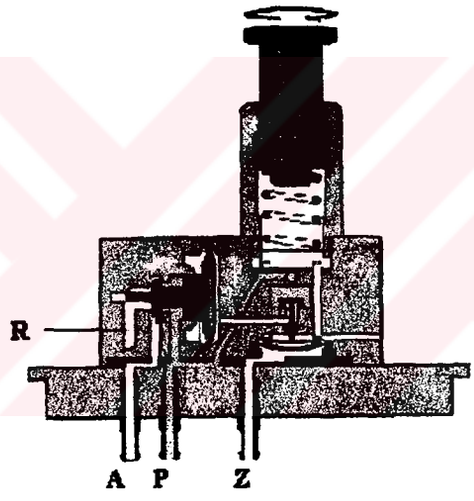
Şekil 4.29. Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valf standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.2. Basınç kontrol valfleri

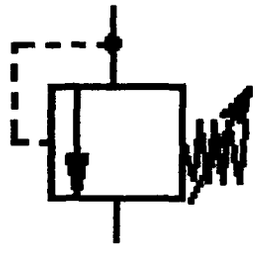
Pnömatik devrelerde havanın basıncını ayarlar ve sürekli aynı seviyede kalmasını sağlarlar. Basınç sıralama valfi ve kapama valfi olarak ikiye ayrılırlar (Norgren,1985).

4.1.9.2.1. Basınç sıralama valfi

Normalde kapalı valflerdir. Şekil 4.30'da da görüldüğü gibi basınç ayarlanan seviyeye çıkınca basınçlı hava yayı yenerek tek yönde hava geçişine izin verir. Basınç düşünce yayın etkisiyle hava geçiş yolu kapanır.



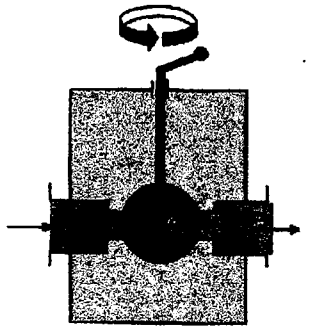
Şekil 4.30. Basınç sıralama valfi



Şekil 4.31. Basınç sıralama valfi standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.2.2. Kapama valfi

Hava geçişini kapamaya ve açmaya yararlar. Normalde açık veya kapalı olurlar. Şekil 4.32'de kesit resmi ve 4.33'te sembolü görülmektedir.



Şekil 4.32. Kapama valfi



Şekil 4.33. Kapama valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.3. Yön kontrol valfleri

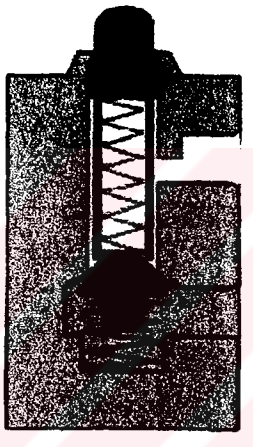
Hava geçişine yön veren yani havanın yönünü belirleyen pnömatik devre elemanlarıdır. Sembol gösterilişlerindeki her bir kare bir konumu ve her bir kareye yapılan bağlantı sayısı yol sayısını belirler. Örnek olarak Şekil 2.34'te dört yollu iki konumlu valf sembolik olarak görülüyor (Lansky,1986).



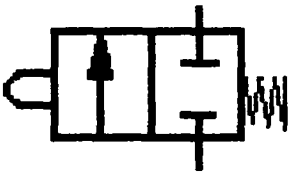
Şekil 4.34. 4 Yollu 2 konumlu yön kontrol valfinin standart sembolü

4.1.9.3.1. 2/2 Yön kontrol valfleri

İki yollu iki konumlu yön kontrol valfidir. Daha çok açma kapama işlemleri için kullanılırlar. Normalde açık veya normalde kapalı olarak iki çeşittir. Şekil 4.35'te de görüldüğü gibi normalde kapalı olanlar pime basıldığında hava geçişine izin verirler, pim bırakıldığı zaman havanın geçiş yolu kapanır. Normalde açık olanlar ise bunun tam tersidir, yani pime basıldığında hava geçişi engellenmiş olur.



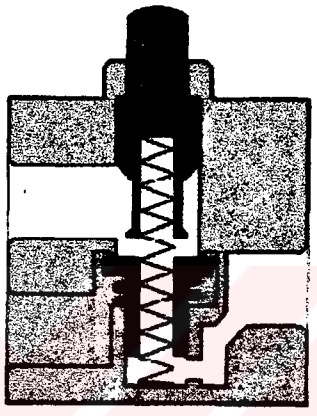
Şekil 4.35. 2/2 Normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi



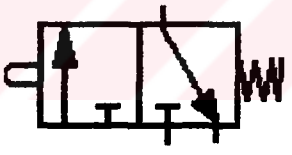
Şekil 4.36. 2/2 Normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.3.2. 3/2 yön kontrol valfi

Üç yollu iki konumlu yön kontrol valfleridir. Daha çok tek etkili silindirlerle veya devreye ilk hareketi vermek için kullanılırlar. Bu nedenle diğer bir adı da start-stop valfidir. Normalde açık veya normalde kapalı olabilirler. Şekil 4.37'de normalde kapalı bir 3/2 yön kontrol valfinin kesit resmi ve Şekil 4.38'de sembolü görülmektedir.



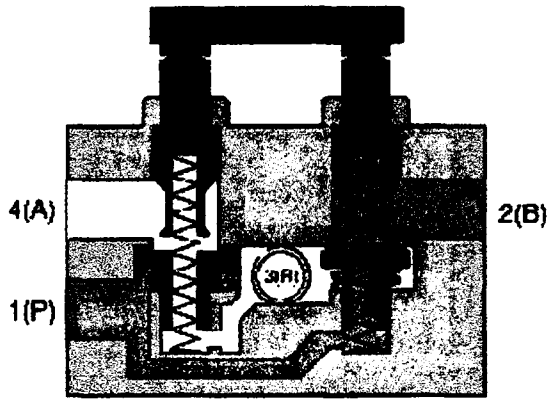
Şekil 4.37. 3/2 Normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfi



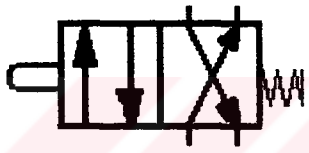
Şekil 4.38. 3/2 Normalde kapalı pimli yay geri dönüşlü yön kontrol valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.3.3. 4/2 Yön kontrol valfi

Bu valfler çift etkili silindirlerle birlikte kullanılırlar. Pnömatik sistemlerde az tercih edilirler. Kumanda şekilleri genelde mekanik veya pnömatiktir. Şekil 4.39'da 4/2 yön kontrol valfinin kesit resmi ve Şekil 4.40'da sembolü görülmektedir.



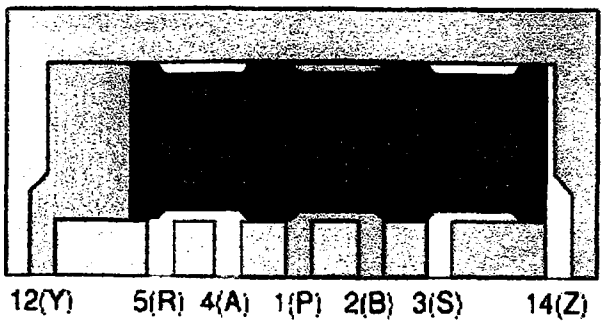
Şekil 4.39. 4/2 Pimle kontrollü yön kontrol valfi



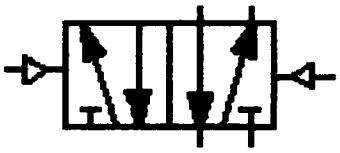
Şekil 4.40. 4/2 Pimle kontrollü yön kontrol valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.3.4 5/2 Yön kontrol valfi

Çift etkili silindirlerle birlikte kullanılırlar. Pnömatik sistemlerde en çok kullanılan valflerdendir. Şekil 4.41'de 5/2 yön kontrol valfinin kesit resmi ve Şekil 4.42'de standart sembolü görülmektedir.



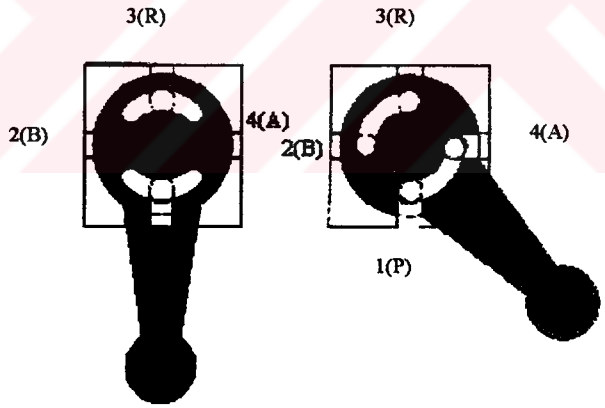
Şekil 4.41. 5/2 Pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfi



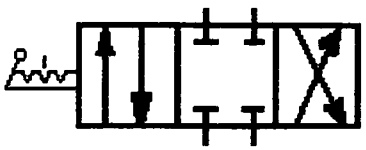
Şekil 4.42. 5/2 Pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfinin standart sembolü (TS1306, 1975)

4.1.9.3.5. 4/3 Yön kontrol valfi

Daha çok hidrolik sistemlerde tercih edilen bu valfler üç konumludur ve kullanım yerlerine göre orta konum kapalı, tandem, 'y' merkezli, 'h' merkezli olabilir. Hepsinin orta konumlarından dolayı farklı özellikleri vardır. Piston hareketleri istenildiğinde durdurulur veya hareket yönü değiştirilebilir. Şekil 4.43'te bir 4/3 kapalı merkezli elle kumandalı yön kontrol valfi kesit resmi ve Şekil 4.44'te sembolü görülmektedir.



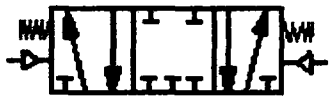
Şekil 4.43. 4/3 Kapalı merkezli elle kumandalı yön kontrol valfi (Festo,1995)



Şekil 4.44. 4/3 Kapalı merkezli elle kumandalı yön kontrol valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.3.6. 5/3 Yön kontrol valfi

Bu valflerde 4/3 valflerle aynı özelliği taşırlar. Sadece bu valflerin yol sayısı beştir. Şekil 4.45'te bir 5/3 kapalı merkezli yay merkezlemeli pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfinin standart sembolü görülmektedir.



Şekil 4.45. 5/3 Kapalı merkezli yay merkezlemeli pnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.4. Yön kontrol valfi kumanda şekilleri

Yön kontrol valfleri değişik yöntemlerle kumanda edilirler. Bunlar genel olarak insan gücü ile kumanda, mekanik kumanda, basınçlı hava ile kumanda, elektrik ve selenoid (elektromanyetik) sinyalle kumandadır.

4.1.9.4.1. İnsan gücü ile kumanda

İnsan gücü ile kumanda edilen valfler genelde butonlu, manivela kollu veya pedallı olurlar. Şekil 4.46'da bu kumanda tiplerinin standart sembolleri görülmektedir.



Butonlu Manivela Kollu Pedallı

Şekil 4.46. İnsan gücü ile kumanda şekillerinin standart sembolleri

4.1.9.4.2. Mekanik kumanda

Valflerin bir mekanik araç veya mekanik sistemle kumanda edilmesidir. Bu tür kumanda tipleri pimli, makaralı, mafsal makaralı veya yay geri dönüşlü olabilir. Bu kumanda şekillerin standart sembolleri Şekil 4.47'de gösterilmiştir.

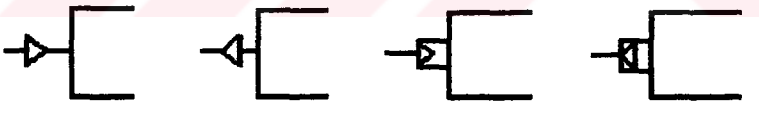


Pimli | Makaralı | Mafsal Makaralı | Yay Geri Dönüşlü

Şekil 4.47. Mekanik kumanda şekillerinin standart sembolleri

4.1.9.4.3. Basınçlı hava ile kumanda

Valflarin kumanda edilmesi sistemden veya başka bir valften alınan hava sinyali ile yapılan kumanda şeklidir. Şekil 4.48'de genel olarak basınçlı hava ile kumanda şekillerinin standart sembolleri verilmiştir.



Direkt Basınçlı Hava İle | Direkt Hava Boşaltarak | Endirekt Basınçlı Hava İle | Endirekt Hava Boşaltarak

Şekil 4.48. Basınçlı hava ile kumanda şekillerinin standart sembolleri

4.1.9.4.4. Elektropnömatik ve selenoid (elektromanyetik) sinyallerle kumanda

Bu kumanda tipleri diğerlerine nazaran daha hassas kumanda şekilleridir. Şekil 4.49'da bazı elektrik ve selenoid kumanda şekillerinin standart sembolleri verilmiştir.



Selenoid (Tek Bobinli) | Selenoid (Çift Bobinli) | Elektropnömatik | Selenoid veya Pnömatik

Şekil 4.49. Bazı elektropnömatik ve selonoid kumanda şekillerinin standart sembolleri

4.1.9.5. Özel valfler

Pnömatik sistemlerde özel valfler önemli yer tutarlar. Bunlar;

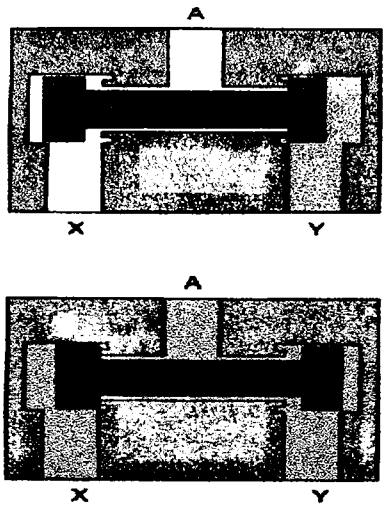
-"VE" valfi

-"VEYA" valfi

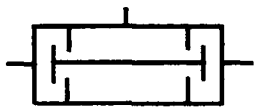
-Çabuk boşaltma valfleridir.

4.1.9.5.1. "VE" valfi

İki girişi bir çıkışı vardır. Pnömatik alıcılara iş yaptırmak için iki girişe aynı anda sinyal gönderilmesi gerekir. Genelde emniyetli çalışmak istenilen yerlerde kullanılır. Şekil 4.50'de "VE" valfinin kesit resmi ve Şekil 4.51'de standart sembolü görülmektedir.



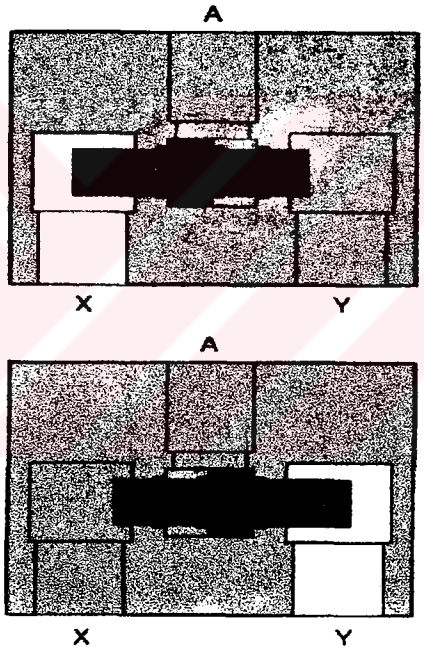
Şekil 4.50. "VE" valfi



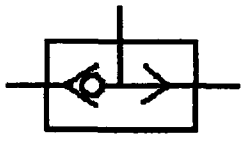
Şekil 4.51. "VE" valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.5.2. "VEYA" valfi

Pnömatik sistemlerde iş yapan elemanları farklı yerlerden birbirlerinden bağımsız kumanda edilmesi istenilen sistemlerde kullanılır. Şekil 4.52'de "VEYA" valfinin kesit resmi ve Şekil 4.53'te standart sembolü görülmektedir.



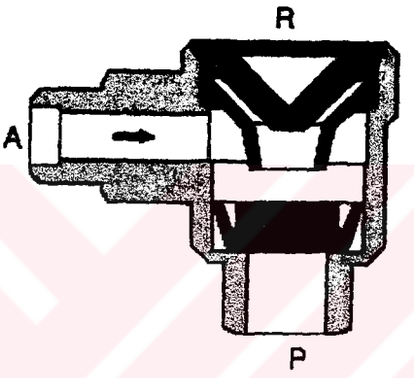
Şekil 4.52. "VEYA" valfi



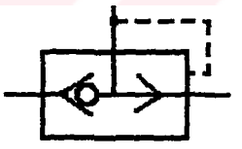
Şekil 4.53. "VEYA" valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

4.1.9.5.3. Çabuk boşaltma (eksoz) valfi

Dışarı atılan havanın çabuk çıkmasını sağlayarak pistonlara hızlı hareket etme imkanı sağlarlar. Silindirlerin çıkışına bağlanırlar, böylece hava yön kontrol valfine gitmeden daha kısa sürede atmosfere atılarak zaman kaybını önler. Şekil 4.54'te çabuk boşaltma (eksoz) valfinin kesiti ve Şekil 4.55'te standart sembolü görülmektedir.



Şekil 4.54. Çabuk boşaltma (eksoz) valfi



Şekil 4.55. Çabuk boşaltma (eksoz) valfinin standart sembolü (TS 1306, 1975)

5. DXF VERİ YAPISI (Drawing Interchange Format)

Veri yapısı, birbirine ilgiler takımıyla bağlı olan veri parçaları veya elemanlar takımı olarak tanımlanır. Takımın elemanlarına bu ilgilerin uygulanması sonucunda ortaya anlamlı bir nesne çıkar. Tasarımı yapılan bir dosyanın bir sistemden başka bir sisteme aktarma gereği duyulan durumlarda veri yapılarını kullanmak önemlidir (Nalbant,1997).

Bilgisayar destekli tasarım modelinden imalat, analiz, değerlendirme, montaj ve kalite kontrol gibi işlemlerde en uygun değerlere ulaşabilmek için gerekli bilgilerin herhangi bir standart veri yapısında, sistemler arası veri değişimi ve daha sonraki değerlendirmeler için saklanması gerekir. Bu işlemi gerçekleştirecek veri formatının ürünle ilgili olarak aşağıdaki bilgileri içermesi gerekir:

- Biçim bilgileri,
- Biçim dışı bilgiler,
- Tasarım bilgileri,
- Üretim bilgileri.

Parçanın hem geometrik hem de topolojik bilgileri biçim bilgisi içinde değerlendirilir. Biçim dışı bilgiler. gölgelenmiş görüntüler, veri yapısı ile ilgili değerler vb. içerir. Tasarım bilgileri, analiz amaçları için geometrik modellerden tasarımcının oluşturduğu bilgileri kapsar. Kütle, moment, sonlu eleman ağ bilgileri bu sınıfta bulunabilecek bilgilere örnektir. Üretim bilgisi içinde ise, tezgahlar, kesiciler, kesici yolu, töleranslar, işlenecek malzemeler, yüzey pürüzlülüğü, kesme parametreleri (kesme hızı, ilerleme, soğutma sıvısı vb.) gibi üretimle ilgili bilgiler bulunur. Bütün bu bilgilerin bir kısmını veya tümünü bünyesinde bulunduran DXF, IGES, SET, DIN, TAB, VDA/FS, XBF,

ESP, PDES gibi standart veri yapıları, sistemler arası veri değişiminde sıkça kullanılan yapılardır (Tekiner,1998).

5.1. DXF Dosya Yapısı

En çok kullanılan veri dönüştürme standartlarından biri olan DXF veri yapısı dört genel bölümden oluşur:

- HEADER (Başlık) bölümü,
- TABLES (Tablolar) bölümü,
- BLOCKS (Bloklar) bölümü,
- ENTITIES (Öğeler) bölümü.

Her grup kodu ve değeri DXF dosyasındaki kendi satırında bulunur. Her bir bölüm "0" grup kodu ve onu izleyen "SECTION" terimi ile başlar. Bu "2" grup kodu ve bölümün adını belirten bir terim ["HEADER" (başlık) gibi] ile takip edilir. Her bölüm, onun elemanlarını tanımlayan grup kodları ve değerlerden oluşur. Bölümler "0" koduyla onu izleyen "ENDSEC" (bölüm sonu) terimi ile biter (Tekiner,1998).

HEADER (Başlık) bölümü: Çizim hakkındaki genel bilgiler bu bölümde bulunur. Çizimle ilgili değişken değerler çeşitli komutlarla belirlenir. "9" grubundan sonra, o komuta ait başlık ve bunu izleyen grupta ise o komuta ait değerler mevcuttur. Bir AutoCAD veri tabanı versiyon numarası ve bir dizi sistem değişkeninden ibarettir. Her parametre bir değişken adı ve onunla ilgili değerleri içerir.

TABLES (Tablolar) Bölümü: Bu bölümde, her bir değişken sayısında tablo girişini kapsayan çeşitli tablolar mevcuttur. Bu kısımdaki her tablo, "TABLE" etiketi olan bir "0" grubu ile başlar. Bunu tabloyu adlandıran bir "2" grubu

(VPORT, LTYPE, LAYER, STYLE, VIEW, UCS, DWGMGR vb.) ve bundan sonra gelebilecek tablo girişlerinin en çok sayısını belirleyen "70" grubu izler. Her tablo sonu "ENDTAB" değeri olan "0" grubu ile sonlandırılır. VPORT tablo grubunda, belirli bayraklar altında (10, 20, 11, 21, 12, 13, .. ,78) görünüm alanının sınırları, kenetleme ve ızgara ile ilgili özellikler, görünüm yüksekliği, pencereleme işlemleri vb. görüntüleme ile ilgili değişkenler bulunur. LTYPE grubunda çizgi tipi, çizginin konfigürasyon özellikleri yer alır. Bilgisayar destekli tasarım modelinin bulunduğu katmanın özellikleri (renk, çizgi tipi vb.) LAYER grubundaki çeşitli bayraklar altında bulunur. Yazı yüksekliği, n katsayısı, eğiklik açısı, son kullanılan yükseklik font çeşitleri gibi yazı ile ilgili özellikler STYLE grubunda, modele ait görüntüleme nitelikleri VIEW grubunda yer alırken, kullanıcı koordinat sistemi özellikleri UCS grubunda ve tasarımcının kullanımına açık bırakılmış alanlar DWGMGR grubunda bulunur.

BLOCKS (Bloklar) Bölümü: Bu bölüm, modellemede kullanılan tüm blokları içerir ve bütün öğeler BLOCK ve ENDBLK öğeleri arasında tanımlanır.

ENTITIES (Öğeler) Bölümü: Bu bölüm, özellikle modelin geometrik elemanları koordinatlarının ve değişkenlerinin (bir kavisin yarıçap tanımlaması gibi) tanımlandığı bölümdür. Her öğe tipini belirten bir grup "0" grubu ile başlar ve öğenin üzerinde bulunduğu katmanın adını içeren "8" grubu ile devam eder. Örneğin bir çizginin tanımlanmasında, başlangıç noktasının koordinatları 10, 20, 30 bayrakları altında sırasıyla X, Y, Z koordinatları ile belirtilirken, bitiş koordinatları 11, 21, 31 bayrakları altında X, Y, Z koordinatları ile belirtilir. Dosya, EOF (End Of File) "Dosya sonu" belirteci ile sona erdirilir (Nalbant,1997).

5.2. DXF Veri Yapısının Programda Kullanılması

Yapılan bu çalışmada, CAD ortamında çizilen pnömatik devre elemanlarının hepsinin sadece ENTITIES (öğeler) bölümü alınarak pnömatik devre elemanlarının DXF veri dosyaları oluşturulmuştur. Bu dosyalar elemanları oluşturan satırları içermektedir. Kağıt boyutu, çizgi rengi, katman vb. çizim ile ilgili veriler bu veri tabanındaki dosyalarda bulunmamaktadır. Bu özellikler, en son işlem olarak tasarım dosyasına alt alta eklenerek tasarım dosyası oluşturulur. Şekil 5.1'de bir çift etkili silindirin giriş çıkış koordinatları ile birlikte standart sembolü ve Çizelge 5.1'de bu silindire ait sadece çizgilerin (ENTITIES bölümünün) DXF veri yapısı verilmiştir.



Şekil 5.1. Çift etkili silindirin standart sembolü

Çizelge 5.1 Bir adet çift etkili silindire ait ENTITIES bölümünün DXF çıktısı:

```
0
LINE
  8
0
 10
160.0
 20
240.0
 30
0.0
 11
250.0
 21
240.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
```

```
 10
250.0
 20
240.0
 30
0.0
 11
250.0
 21
250.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
250.0
 20
270.0
```

```
 30
0.0
 11
160.0
 21
270.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
160.0
 20
270.0
 30
0.0
 11
160.0
```

```
 21
240.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
180.0
 20
270.0
 30
0.0
 11
180.0
 21
240.0
 31
0.0
```

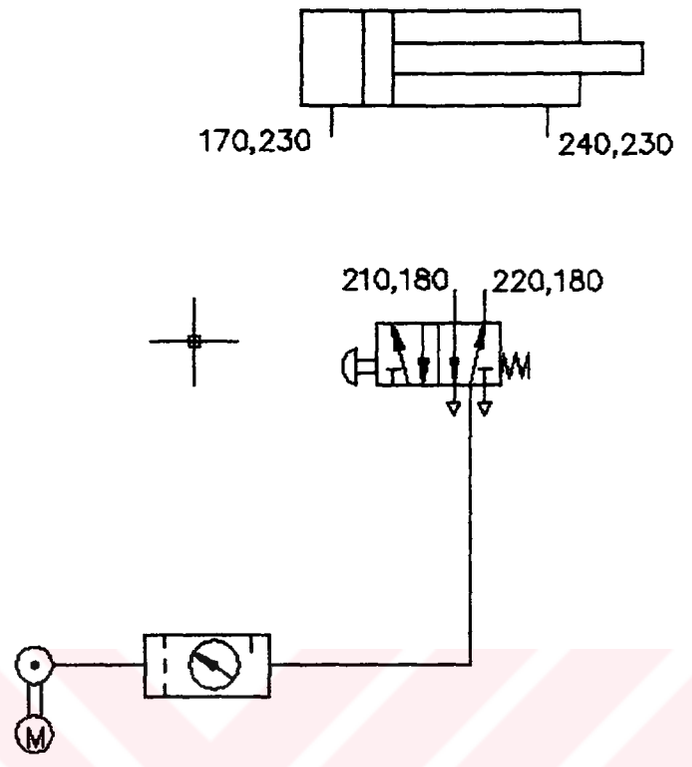
```
  0
LINE
  8
0
 10
190.0
 20
270.0
 30
0.0
 11
190.0
 21
240.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
190.0
 20
260.0
 30
0.0
 11
270.0
```

```
 21
260.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
270.0
 20
260.0
 30
0.0
 11
270.0
 21
250.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
270.0
 20
250.0
```

```
 30
0.0
 11
190.0
 21
250.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
250.0
 20
260.0
 30
0.0
 11
250.0
 21
270.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
```

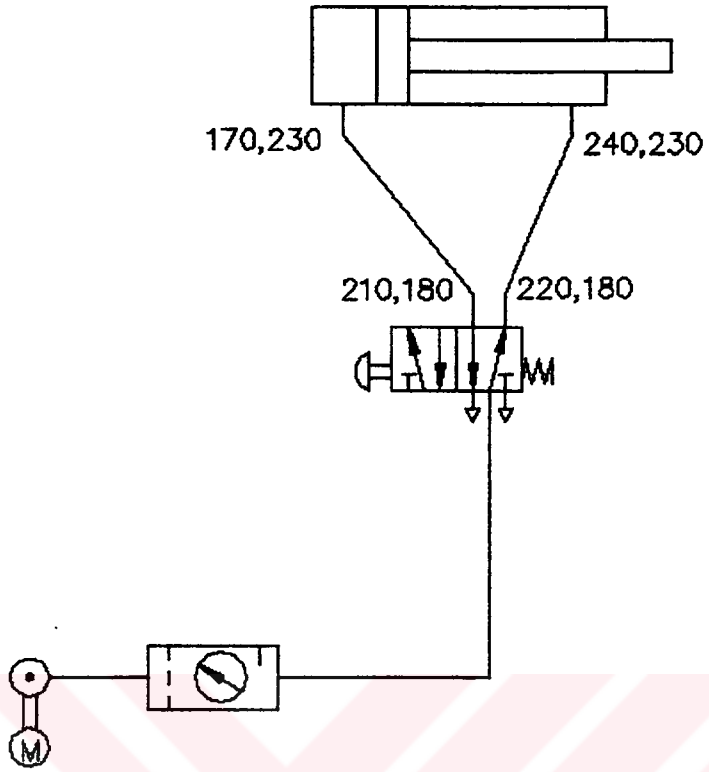
```
 10
170.0
 20
240.0
 30
0.0
 11
170.0
 21
230.0
 31
0.0
  0
LINE
  8
0
 10
240.0
 20
240.0
 30
0.0
 11
240.0
 21
230.0
 31
0.0
```

Bu dosyalar program sayesinde, kullanıcının belirlediği özelliklere bağlı olarak, sadece ENTITIES kısmı boş olan A3 boyutunda bir dosya içerisine alt alta eklenerek yeni bir DXF dosyası oluşturuyor. Örneğin, kullanıcı menüden A+A- hareket biçimini seçtiğinde program giriş çıkış koordinatları belli olan silindirin DXF bilgilerini A3 dosyasının sonuna ekliyor. Yine menüden seçilen yön kontrol valfinin DXF bilgileri ile devrede kullanılan temel elemanların DXF bilgileri aynı dosyanın altına eklenerek tasarım dosyası Şekil 5.2'de görülen şekli alıyor.



Şekil 5.2. Silindir, Yön kontrol valfi ve temel elemanların DXF bilgilerini içeren tasarım dosyasının çıktısı

Kullanıcı yine menüden "Tamam" butonunu seçtiğinde program, Şekil 5.3'te görülen valf ve silindirlerin giriş-çıkış koordinatlarını kural cümleleri yardımı ile birleştiren yolları çizirek DXF bölüm sonu bildirgeci olan ENDSEC ve dosya sonu bildirgeci olan EOF terimlerini de dosyanın sonuna ekleyerek tasarım dosyasını oluşturuyor. Oluşturulan tasarım dosyasının en son şeklinin çıktısı Şekil 5.3'te görülmektedir.



Şekil 5.3. Tasarım dosyasının tüm bilgilerinin çıktısı

Oluşturulan bu dosya kullanıcının tasarlamak istediği pnömatik devrenin bütün çizim bilgilerini içermektedir. Böylelikle kullanıcının program menülerinde seçtiği tüm elemanların çizim bilgileri alt alta eklenerek hedef devrenin DXF dosyası oluşturuluyor. Bu sayede pnömatik devrelerde kullanılan elemanlar ortak bir dosya altında toplanarak tasarım dosyası oluşturulmuş oluyor.

5.3. Sistem Değişkenleri ve Grup Kodları

DXF dosyası pek çok gruptan oluşur, her bir grup iki satırdan meydana gelir. İlk satır sıfırdan farklı pozitif bir tam sayıdan oluşan grup kodudur. İkinci satır bir grup değerinden oluşur. Bu değer, grup koduyla belirlenen grup çeşidine bağlı olan bir yapıdadır. Grup kodlarının belli görevleri dosyada tanımlanan terimlere bağlıdır. Buna karşılık bu grubun sağladığı değer değişkeni Çizelge

5.2'de görülen şekilde grup kodundan türer. Çizelgedeki "sabit" ifadesi, grup kodunun daima aynı amaca yönelik olduğunu belirler. Sabit olmayan grup kodlarının amacı, içeriğe bağlı olarak değişebilir.

Çizelge 5.2. DXF Grup kodları (Tekiner,1998).

Grup Kodu	Değer Tipi
0	Bir öğenin tablo verisinin veya dosya ayırıcısının başlangıcını gösterir. Bunu izleyen sayı değeri, bunlardan hangisinin olduğunu belirler.
1	Bir öğenin birincil yazı değeri.
2	Bir ad,nitelik etiketi, blok adı vb.
3-4	Diğer yazı veya ad değerleri.
5	On altı tabanlı bir dizgi olarak ifade edilen öğe tumamakları.
6	Çizgi tipi, adı (sabit).
7	Yazı sitili adı (sabit).
8	Katman adı (sabit).
9	Değişken adı kimliği (DXF dosyasının sadece HEADER kısmında kullanılır).
10	Birincil X koordinatı (bir çizgi veya yazı öğesinin başlama noktası, bir çemberin merkezi vb.).
11-18	Diğer X koordinatları.
20	Birincil Y koordinatı. 2n değeri her zaman 1n değerine karşılık gelir ve dosyada bunların hemen ardından gelir.
21-28	Diğer Y koordinatları.
30	Birincil Z koordinatı. 3n değeri, her zaman 1n ve 2n değerlerine karşılık gelir ve dosyada bunların hemen ardından gelir.
31-37	Diğer Z koordinatları.
38	Eğer bu öğenin yüksekliği sıfırdan farklı ise belirir (sabit).
39	Eğer bu öğenin kalınlığı sıfırdan farklı ise belirir (sabit).
40-48	Kayar-nokta değeri (yazı yüksekliği, ölçek kay sayısı vb.).
49	Tekrarlanan değer-çoğul 49 grupları, bir öğede değişken uzunluk tablolarında görünebilir. (LTYPE tablosundaki kesik çizgi uzunluğu gibi).
50-58	Açılar.
62	Renk numarası (sabit).
66	"izleyen öğeler " bayrağı (sabit).
70-78	Tekrar saymalar, bayrak bitleri veya modlar gibi tamsayılar.
210,220,230	Kalınlaşma yönünün X,Y ve Z bileşenleri.
999	Yorumlar.

Çizelge 5.3'te de bir DXF dosyasında bulunan değişken isimlerinin tipi, kullanıldıkları yerler ve açıklamaları yer almaktadır.

Çizelge 5.3.Bir DXF dosyasında bulunan değişkenler (Tekiner,1998).

$ACADVER	1	AutoCAD çizim veri tabanı versiyon numarası.
$ANGBASE	50	0 (sıfır) açısının yönü.
$ANGDIR	70	1=Saat yönünde açılar, 1=açık, 0=kapalı.
$ATTDIA	70	Nitelik giriş diyalogları, 1=açık, 0=kapalı.
$ATTMODE	70	Nitelik görünürlüğü, 0=hiçbiri, 1=normal, 2=hepsi.
$ATTREQ	70	INSERT sırasında nitelik iletisi yöneltilmesi, 1=açık, 0=kapalı.
$AUNITS	70	Açılar için UNITS (birim) formatı.
$AUPREC	70	Açılar için UNITS (birim) hassasiyeti.
$AXISMODE	70	Sıfırdan farklı ise cetvel açık.
$AXISUNIT	10,20	X ve Y eksenleri çentik aralığı.
$BILIPMODE	70	Sıfırdan farklı ise işaret modu açık.
$CECOLOR	62	Öğe renk numarası; 0=BYBLOCK, 256=BYLAYER.
$CELTYPE	6	Öğe çizgi tipi adı, veya BYBLOCK veya BYLAYER.
$CHAMFERA	40	Birinci pah uzaklığı.
$CHAMFERB	40	İkinci pah uzaklığı.
$CLAYER	8	Güncel katman adı.
$COORDS	70	0=Statik koordinat görüntüsü, 1=Sürekli yenileme, 2="d<a" formatı
$DIMALT	70	Sıfırdan farklıysa alternatif birim ölçülendirilmesi uygulanır.
$DIMALTD	70	Alternatif birim ondalık haneleri.
$DIMALTF	40	Alternatif birim ölçek faktörü.
$DIMAPOST	1	Alternatif ölçülendirme son eki.
$DIMASO	70	0=bağımsız öğelerle ölçülendirme yapar, 1=ilişkili ölçülendirme oluşturur.
$DIMASZ	40	Ölçü oku büyüklüğü.
$DIMBLK	2	Ok bloğu adı.
$DIMBLK1	1	Birinci ok bloğu adı.
$ DIMBLK2	1	İkinci ok bloğu adı.
$DIMCEN	40	Merkez işaret çizgilerinin büyüklüğü.
$DIMDLE	40	Ölçü çizgisi uzantısı.
$DIMDLI	40	Ölçü çizgisi artırımı.
$DIMEXE	40	Uzatma çizgisi uzantısı.
$DIMEXO	40	Uzatma çizgisi ötelemesi.
$DIMLFAC	40	Doğrusal ölçümler ölçek kat sayısı.
$DIMLIM	70	Sıfırdan farklıysa ölçü sınırları türetilir.
$DIMPOST	1	Genel ölçülendirme son eki.
$DIMRND	40	Ölçü uzaklıkları için yuvarlama değeri.
$DIMSAH	70	Sıfırdan farklı ise ayrı ok blokları kullanılır.
$DIMSCALE	40	Genel ölçülendirme ölçek kat sayısı.
$DIMSE1	70	Sıfırdan farklıysa birinci uzatma çizgisi çizilmez.

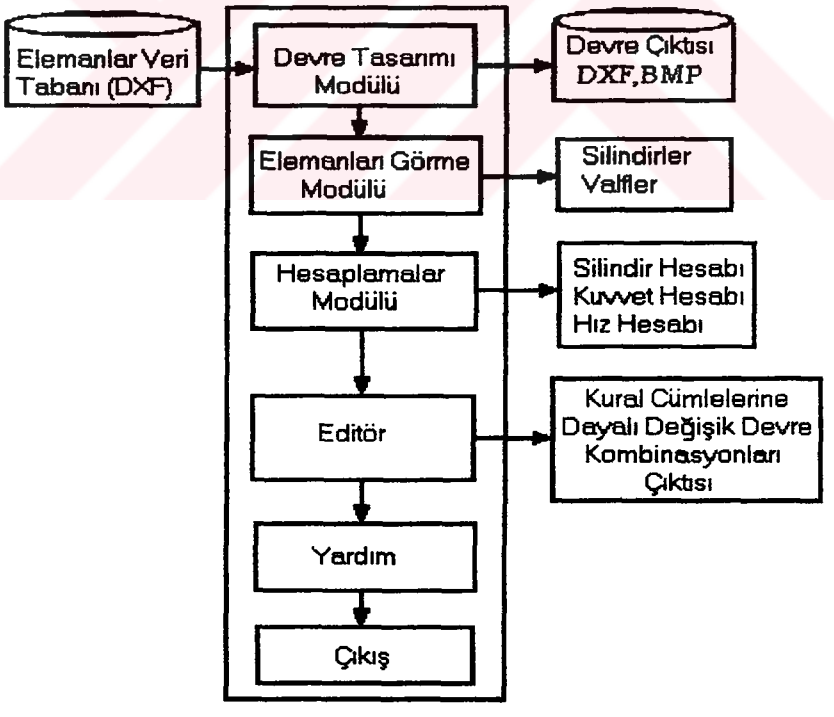
$DIMS2	70	Sıfırdan farklıysa ikinci uzatma çizgisi çizilmez.
$DIMSHO	70	0=Sadece orijinal şekil sürüklenir, 1=Sürükleme sırasında ölçüler yeniden hesaplanır.
$DIMSOXD	70	Sıfırdan farklıysa dış uzatma çizgileri çizilmez.
$DIMTAD	70	Sıfırdan farklıysa yazı, ölçü çizgisinin üstüne yazılır.
$DIMTIH	70	Sıfırdan farklıysa uzatma çizgileri içindeki yazı yatay yazılır.
$DIMTIX	70	Sıfırdan farklıysa yazı, uzatma çizgileri arasına yerleştirilir.
$DIMTM	40	Eski tolerans.
$DIMTOFL	70	Sıfırdan farklı olduğunda uzatma çizgilerinin dışındaki yazı uzatma çizgilerinin içine yerleştirilir.
$DIMTOH	70	Sıfırdan farklıysa uzatma çizgileri dışındaki yazı yatay yazılır.
$DIMTOL	70	Sıfırdan farklıysa ölçü toleransları türetilir.
$DIMTP	40	Artı tolerans.
$DIMTSZ	40	Ölçülendirme çentik büyüklüğü, 0=çentiksiz.
$DIMTVP	40	Yazı düşey konumda yazılır.
$DIMTXT	40	Ölçülendirme yazı yüksekliği.
$DIMZIN	70	"Feet ve Inch" ölçülendirmesinde düzenleme yapılmaz.
$DRAGMODE	70	Sürükleme değişkeni, 0=kapalı, 1=açık, 2=otomatik.
$ELEVATİON	40	ELEV komutunun belirlediği güncel yükseklik.
$EXTMAX	10,20,30	XYZ çizim kapsamının sağ üst köşesi (WCS).
$EXTMIN	10,20,30	XYZ çizim kapsamının sol alt köşesi (WCS).
$FILLETRAD	40	Öteleme yarıçapı.
$FILLMODE	70	Sıfırdan faklıysa doldur (fill) modu açık.
$HANDLING	70	Sıfırdan faklıysa öğe tutamakları işler.
$HANDSEED	5	Elde edilecek bir sonraki öğe tutamağı.
$INSBASE	10,20,30	BASE komutunun ayarladığı yerleştirme temel noktası (WCS).
$LIMCHECK	70	Sınır kontrolü açıksa sıfırdan farklıdır.
$LIMMAX	10,20	XY çizim kapsamı sağ üst köşesi (WCS).
$LIMMIN	10,20	XY çizim kapsamı sol alt köşesi (WCS).
$LTSCALE	40	Genel çizgi tipi ölçeği.
$LUNITS	70	Koordinatlar ve uzaklıklar için UNITS formatı.
$LUPREC	70	Koordinatlar ve uzaklıklar için UNITS hassasiyeti.
$MENU	1	Menü dosyasının adı.
$MIRRTEXT	70	Sıfırdan farklıysa yazı yansıtılır.
$ORTHOMODE	70	Sıfırdan farklıysa dikey (ortho) modu açık.
$OSMODE	70	Çalışan nesne kenetleme modları.
$PDMODE	70	Nokta görüntü modu.
$PDSIZE	40	Nokta görüntü büyüklüğü.
$PLINEWID	40	Bileşik çizgi genişliği.
$QTEXTMODE	70	Sıfırdan farklıysa hızlı yazı (qtext) modu açık.
$REGENMODE	70	Sıfırdan farklıysa otomatik yeniden türetme modu açık.
$SKETCHING	40	Eskiz çizimi kayıt artırımı.

$SKPOLY	70	0=eskiz çizgileri, 1=eskiz çoklu çizgileri.
$SPLFRAME	70	Spline kontrol çokgeni görüntüsü; 0=kapalı, 1=açık.
$SPLINESEGS	70	Spline parçası başına düşen doğru parçalarının sayısı.
$SPLINETYPE	70	"PEDIT Spline" için spline eğri tipi.
$SURFTAB1	70	Birinci yönde göze tekrarlama sayısı.
$SURFTAB2	70	İkinci yönde göze tekrarlama sayısı.
$SURFTYPE	70	"PEDIT Smooth" için yüzey tipi.
$SURFU	70	M yönünde yüzey yoğunluğu.
$SURFV	70	N yönünde yüzey yoğunluğu.
$TDCREATE	40	Çizim tarihi.
$TDINDWG	40	Çizim için toplam düzenleme zamanı.
$TDUPDATE	40	Çizimin son yenilendiği tarih.
$TDUSRTIMER	40	Kullanıcı tanımlı zaman göstergeci.
$TEXTSIZE	40	Yazı yüksekliği.
$TEXTSTYLE	7	Aktif yazı sitili adı.
$THICKNESS	40	ELEV komutunun belirlediği aktif kalınlık.
$TRACEWID	40	İz genişliği.
$UCSNAME	1	Aktif UCS'nin adı.
$UCSORG	10,20,30	Aktif UCS'nin merkezi.
$UCSXDIR	10,20,30	Aktif UCS'nin X ekseninin yönü (yer koordinatlarında).
$UCSYDIR	10,20,30	Aktif UCS'nin Y ekseninin yönü (yer koordinatlarında).
$USERI1-5	70	Üçüncü parti geliştiricilerinin kullanımı için hazırlanmış beş tamsayı değişkeni.
$USERR1-5	40	Üçüncü parti geliştiricilerinin kullanımı için hazırlanmış beş gerçel sayı değişkeni.
$USRTIMER	70	0=zaman göstergesi kapalı, 1= zaman göstergesi açık.
$WORLDWIEW	70	0=UCS' değiştirme, 1=DVIEW/VPORT sırasında UCS'yi WCS'ye ayarlar.

6. PROGRAMIN GENEL YAPISI VE KULLANIMI

Hazırlanan program, kullanıcı etkileşimli bilgisayar destekli pnömatik devre tasarımı yapan, Delphi programlama dili ile hazırlanmış bir bilgisayar programıdır. Kullanıcının belirleyeceği kurallara bağlı olarak temel elemanlarla pnömatik devre tasarımı yapılmaktadır. Bu program sayesinde devre tasarımını yapacak olan kişinin pnömatik hakkında detaylı bilgi sahibi olmasına gerek kalmamaktadır. Kullanıcının, silindirlere yaptırmak istediği öncelikli hareketi ve yön kontrol valfinin kumanda şeklini belirlemesi basit devrelerin tasarımını yapabilmesi için yeterli olacaktır. Daha detaylı devre tasarımı, editör modülü yardımı ile basite indirgenmiştir.

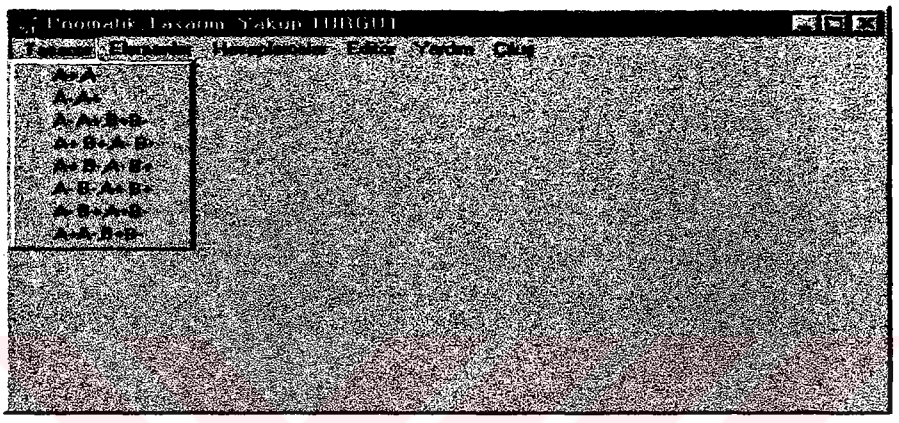
Geliştirilen sistemin genel yapısı Şekil 6.1'de görülmektedir. Sistemin genel yapısı gerekli menülerle desteklenerek oluşturulmuştur.



Şekil 6.1. Sistemin genel yapısı

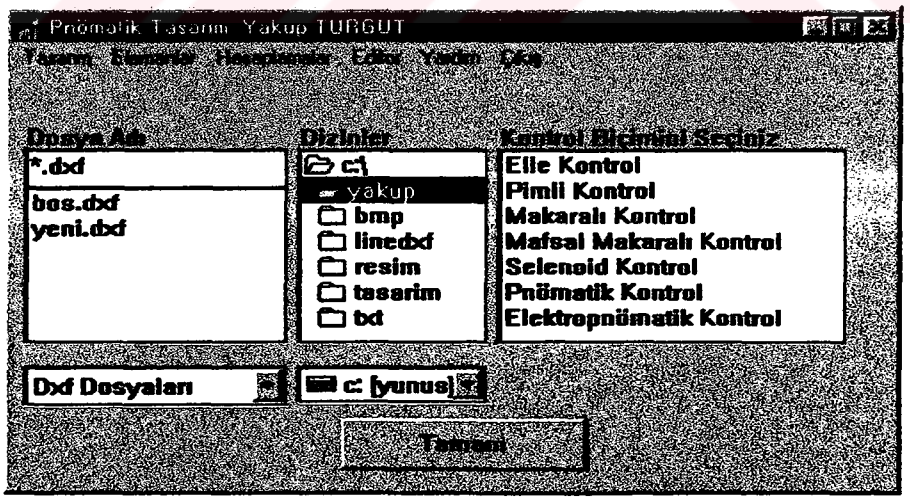
6.1. Devre Tasarım Modülü

Sistemin en önemli modüllerinden birini "Devre Tasarım Modülü" oluşturmaktadır. Bu modülde, Şekil 6.2'de görüldüğü gibi kullanıcı oluşturacağı devredeki silindirin veya silindirlerin hangi hareketi yapacağını belirlemektedir.



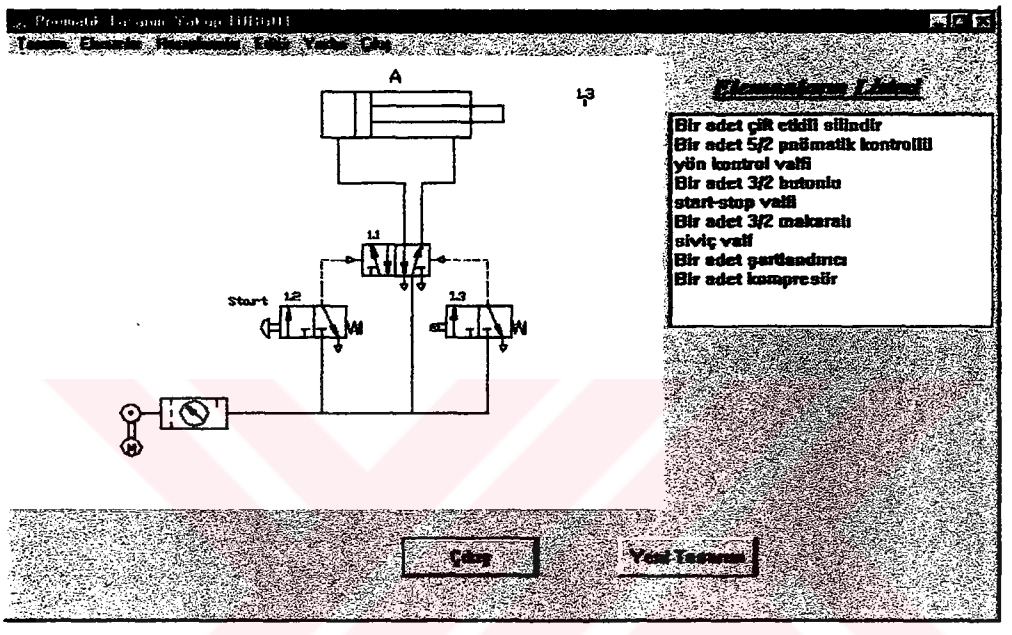
Şekil 6.2. Devre tasarım menüsü

Devre tasarım menüsünden silindir hareketi belirlendikten sonra, Şekil 6.3'teki devre tasarım alt menüsü ekrana gelir.



Şekil 6.3. Devre tasarım alt menüsü

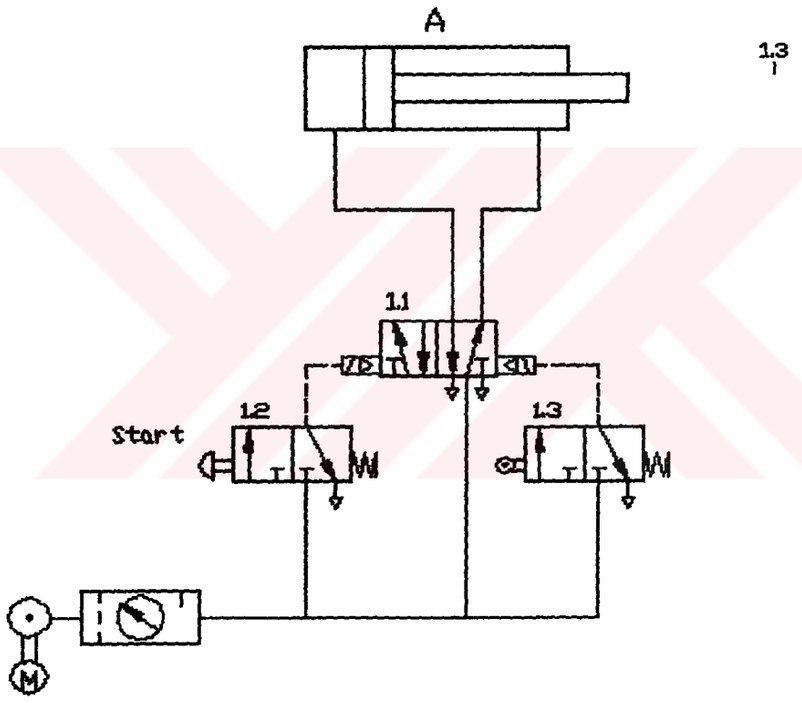
Bu menü yardımı ile, devre tasarım dosyası adı, kayıt yeri ve yön kontrol valfinin kontrol biçimine karar vererek "Tamam" komutu seçildiğinde, otomatik olarak çift etkili silindire sahip bir devre tasarımı yapılmış olur. Tasarlanan devre ve bu devrede kullanılan elemanların listesi Şekil 6.4'teki gibi anında tasarım ortamında görülebilmektedir.



Şekil 6.4. Tasarlanan devre ve kullanılan elemanların listesi

Kullanıcı bu işlemleri yaparken, devre tasarımı için gerekli elemanları da belirlemiş olmaktadır. Örneğin, A+A- hareketi seçildiğinde tek silindirli bir devre tasarlamak istendiği program tarafından bulunur ve önceden oluşturulan veri tabanından, o silindir ile ilgili dosya okunarak tasarım dosyasına yazılır. Daha sonraki seçim işlemi olan, kumanda biçiminde ise yön kontrol valfinin biçimine karar verilmiş olur. Kontrol biçimi olarak elle kontrol seçimi yapıldığı zaman, veri tabanından elle kontrollü ve ilk seçime göre tek silindiri kontrol edebilecek, yön kontrol valfi belirlenmiş olmaktadır. Program, veri tabanından ilgili yön kontrol valfinin verilerini de alarak, oluşturulan tasarım dosyasındaki silindir bilgilerinin altına ekler. Pnömatik devre için gerekli olan

diğer elemanlar (kompresör, şartlandırıcı), otomatik olarak tasarım dosyasına eklenir. En son işlem olarak, sadece elemanların bulunduğu tasarım dosyasına, bu elemanları, devrenin biçimine göre birleştirecek hatların eklenmesi gerekmektedir. Bu işlem için, her bir elemanın giriş ve çıkış noktaları veri tabanından alınır, bu giriş ve çıkış noktaları koordinatları arasında pnömatik hatlar oluşturularak tasarım dosyasına eklenir. Şekil 6.5'te A+A- hareketlerini yapan bir adet çift etkili silindir, elektropnömatik sinyal kontrollü yön kontrol valfi ile oluşturulmuş devre görülmektedir.



Şekil 6.5. A+A- hareketlerini yapan çift etkili silindir devresi

Bir çalışmanın başka CAD ortamlarında kullanılabilmesi için çıktılarının tanınan standart veri yapılarından (DXF, IGES vb.) birine dönüştürülmüş olması gerekmektedir. Bu nedenle tasarım dosyası, standart bir veri yapısı olan DXF veri dosyası olarak oluşturulur. Bu dosya, herhangi bir CAD yazılımı tarafından görülebilir. Ayrıca, tasarım esnasında da görülebilmesi için tasarım

dosyası BMP uzantılı dosya haline de dönüştürülür. Bu dosya program tarafından çağrılarak, tasarlanan pnömatik devrenin ekranda görülmesi sağlanır.

Bir pnömatik devre çiziminde, elemanların yerleri ve özellikle sıralaması aynı olduğu için yapılan çalışmada bu özellikten yararlanılmıştır. Sayfa her bir eleman için belli bölgelere ayrılmış ve elemanların o bölgelere çizilmesi sağlanmıştır. Bu da, tasarım işlemini kolaylaştırmıştır.

Tasarım esnasında veri tabanından okunan elemanlar, tasarım sayfasında ekranın değişik koordinatlarına çizilmiştir. Örneğin, silindirler ekranın en üst bölgesine ve belirli bir koordinata, valfler belirli koordinata göre çizilmiştir. Böylece elemanların üst üste gelmesi önlenmiş oluyor hemde silindirlerle valfleri birleştiren yolların çizilmesi kolaylaştırılmış oluyor.

Pnömatik devre tasarımı için gerekli olan bütün elemanlar için, DXF veri tabanı dosyaları hazırlanmıştır. Bu çalışmada en fazla iki silindirli devreler tasarlandığı için, iki silindirli DXF veri dosyaları hazırlanmıştır. İlave bir çalışma ile üç silindirli veri dosyaları hazırlanarak ve gerekli kural cümleleri eklenerek üç silindirli devre tasarımı yapılabilir. Bu çalışmada, 330 DXF veri tabanı dosyası oluşturulmuştur. Buradaki amaç yapılan çalışmaya tasarım özelliği kazandırmaktır.

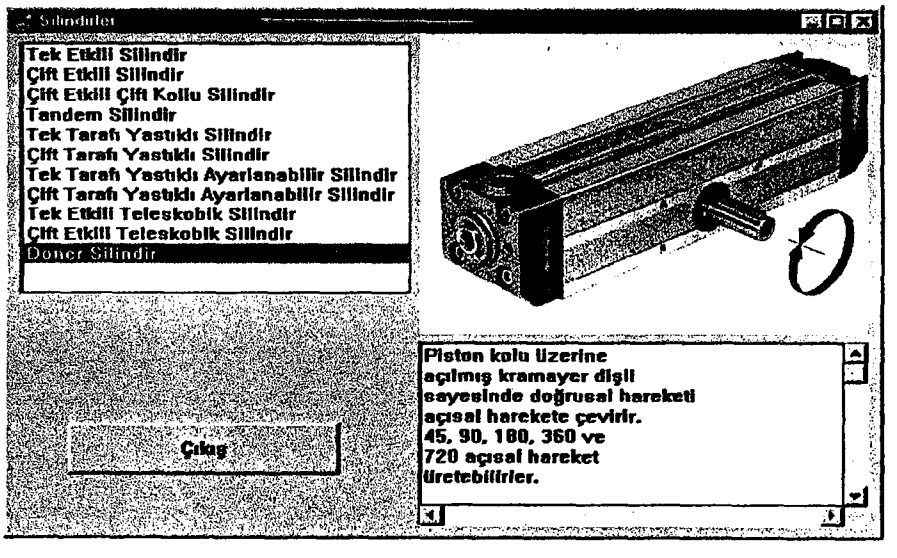
6.2. Elemanları Görme Modülü

Bu modülde, pnömatik sistemlerde kullanılan temel elemanların resimleri ve kısa açıklamaları yer almaktadır. Bu elemanlar Şekil 6.6'da görüldüğü gibi silindirler, valfler, kompresör, şartlandırıcı, filtre, pnömatik motor ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır.



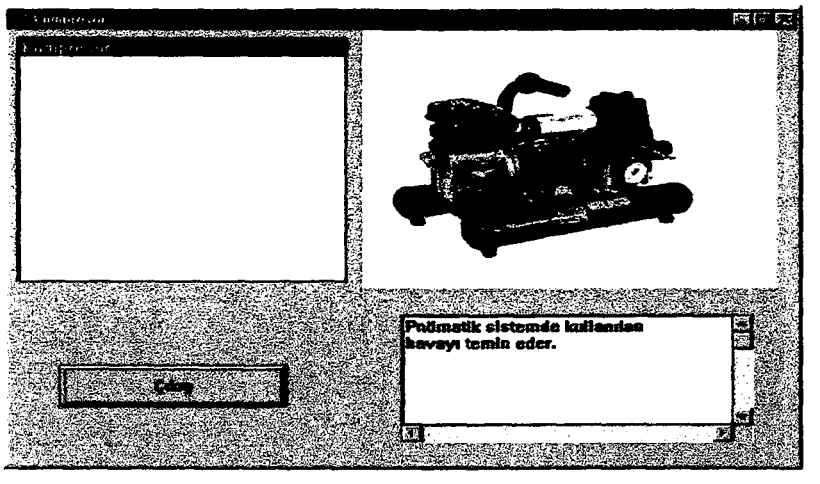
Şekil 6.6. Elemanlar menüsü

Bu menüden "Silindirler" menüsü seçildiğinde pnömatik sistemlerde kullanılan bütün silindirler görülmektedir. Örnek olarak, silindirler menüsünden "Döner silindir" seçildiğinde Şekil 6.7'de görülen döner silindirin resmi ve açıklaması ekrana gelmektedir.. Bu elemanların değişik biçimlerinin, gerçek resimleri ve çalışma yöntemini açıklayan bilgiler resim altında görülebilmektedir.



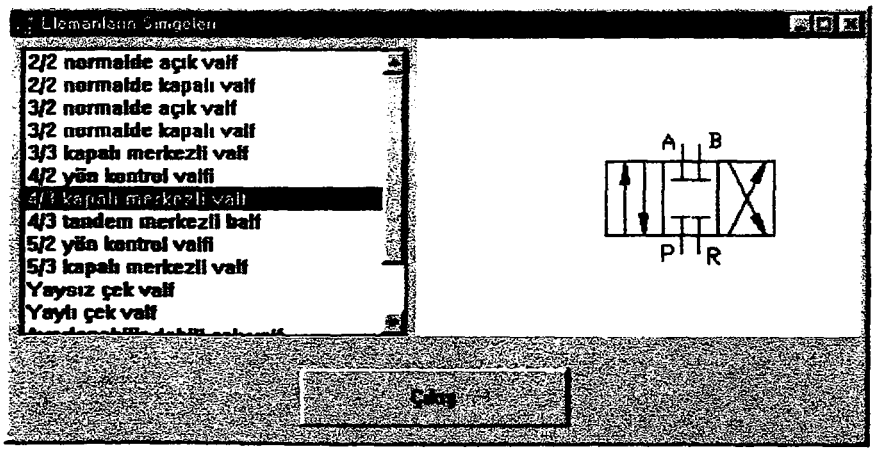
Şekil 6.7. Silindirleri görme menüsü

Elemanlar menüsünden "Kompresör" menüsü seçildiğinde ise Şekil 6.8'de görüldüğü gibi kompresörün resmi ve açıklaması görülebilmektedir.



Şekil 6.8. Kompresörü görme menüsü

Ayrıca bunlara ilave olarak, bütün pnömatik elemanların sembollerini görme imkanı sunan "Elemanların Simgesi" seçeneği bulunmaktadır. Şekil 6.9'da görüldüğü gibi, kullanıcı görmek istediği elemanı seçerek ekranda bu elemanın standart sembolünü görebilmektedir.

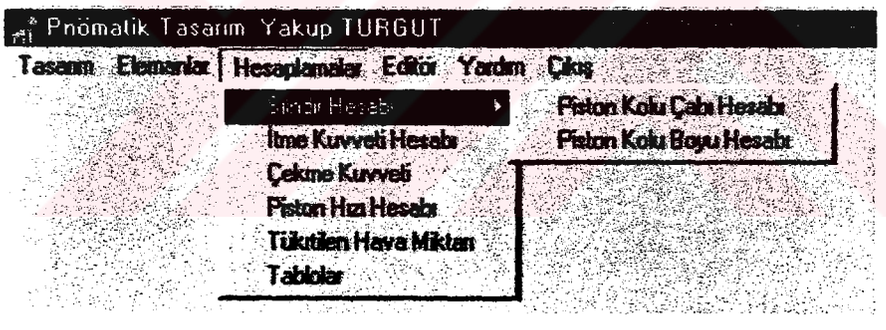


Şekil 6.9. Elemanların sembollerini görme menüsü

Bu menünün tasarım amacı, kullanıcıları pnömatik devre elemanları hakkında bilgilendirmektir. Elemanların gerçek resimlerini ve sembollerini göstererek birbirleri arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Programa bu yönü ile de, eğiticilik özelliği kazandırılmıştır.

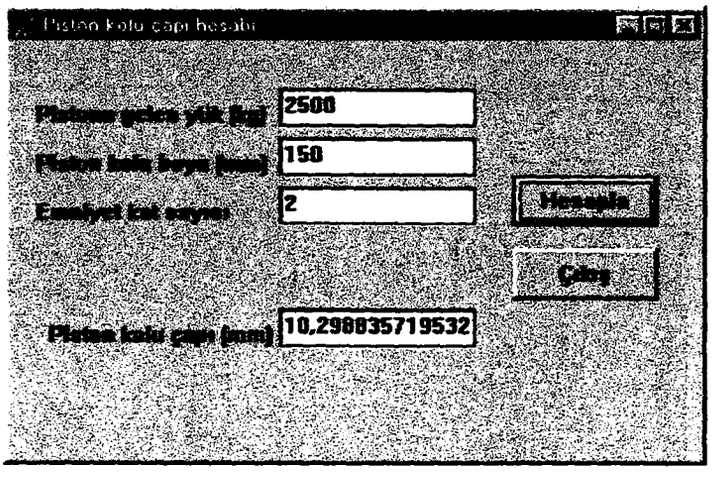
6.3. Hesaplamalar Modülü

Hesaplamalar modülünde, silindir (piston kolu çapı ve piston kolu boyu) hesabı, itme kuvveti, çekme kuvveti, piston hızı, tüketilen hava miktarı hesabı ve hesaplamalar için gerekli tablolar bulunmaktadır. Bu modül ile pnömatik devrelerde kullanılan elemanların, tasarım parametrelerinin hesaplanmasını kolaylaştırmak hedeflenmiştir. Kullanıcının sadece verileri girmesi ve hesapla komutunu seçmesi yeterlidir. Şekil 6.10'da hesaplamalar alt menüleri ve örnek hesaplamalar ayrı ayrı verilmiştir.



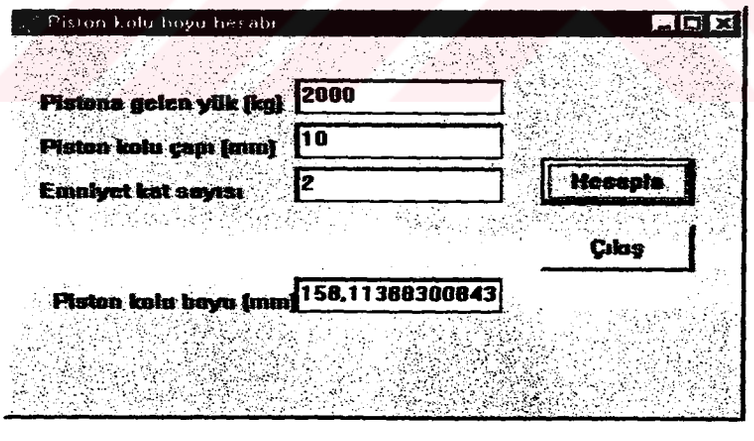
Şekil 6.10. Hesaplamalar menüsü

Piston kolu çapı hesabında, Şekil 6.11'de görüldüğü gibi, kullanıcı tarafından pistona gelen yük, piston kolu boyu ve emniyet katsayısı girilerek hesapla komutu seçildiğinde, piston kolu çapının alabileceği en küçük değerdeki çap, menüdeki tanımlı alana yazılmış olur.



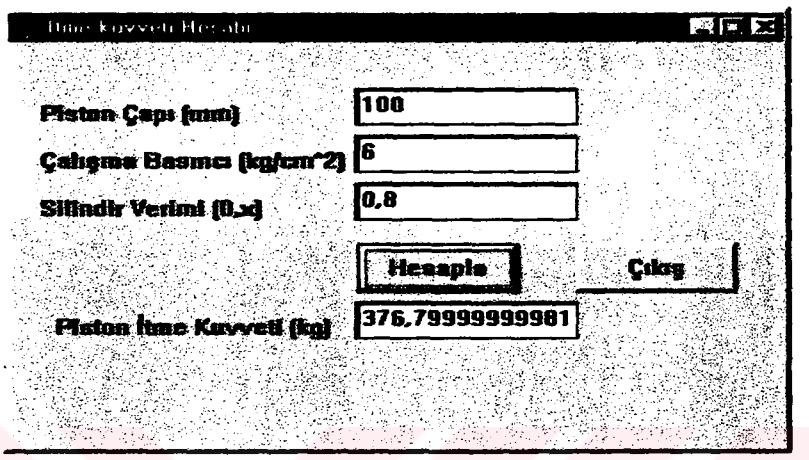
Şekil 6.11. Piston kolu çapı hesap menüsü

Piston kolu boyu hesabında, Şekil 6.12'de görüldüğü gibi kullanıcı tarafından pistona gelen yük, piston kolu çapı ve emniyet katsayısı girilerek hesapla komutu seçildiğinde piston kolu boyunun alabileceği en büyük değer, piston kolu boyu tanımlı alana yazılmış olur.



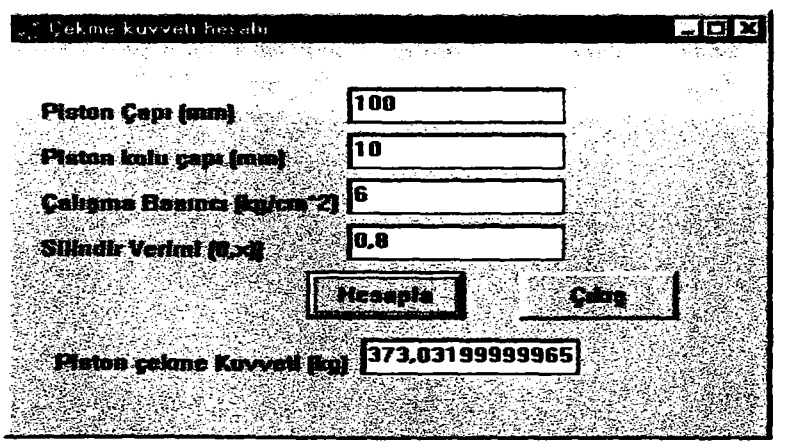
Şekil 6.12. Piston kolu boyu hesap menüsü

Piston itme kuvveti hesabında, Şekil 6.13'te görüldüğü gibi piston çapı, çalışma basıncı ve silindirin verimi girilerek hesapla komutu seçildiğinde pistonun en fazla itebileceği kuvvet (yük) piston itme kuvveti tanımlı alanına yazılmış olur.



Şekil 6.13. İtme kuvveti hesabı menüsü

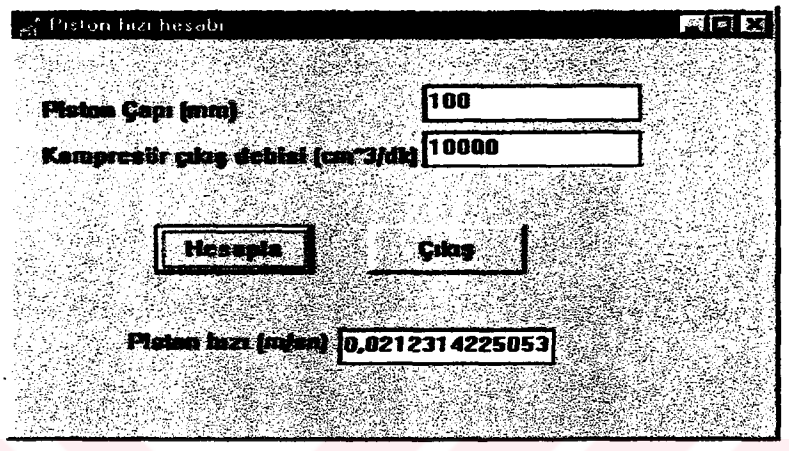
Piston çekme kuvveti hesabında, Şekil 6.14'te görüldüğü gibi, piston çapı, piston kolu çapı, çalışma basıncı ve silindirin verimi girilerek hesapla komutu seçildiğinde, piston çekme kuvveti tanımlı olan alana otomatik olarak yazılır.



Şekil 6.14. Çekme kuvveti hesabı menüsü

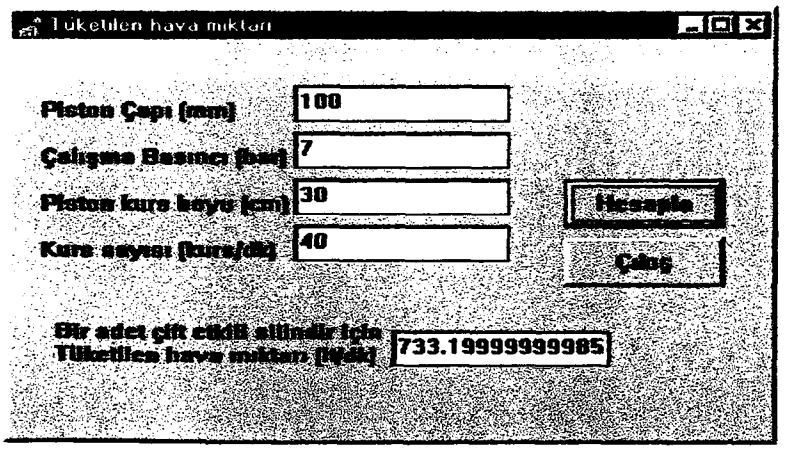
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Piston hızı hesabında, Şekil 6.15'te görüldüğü gibi piston çapı, kompresör çıkış debisi ilgili alana yazılarak hesapla komutu seçildiğinde piston hızı hesaplanarak tanımlı alana yazılmış olur.



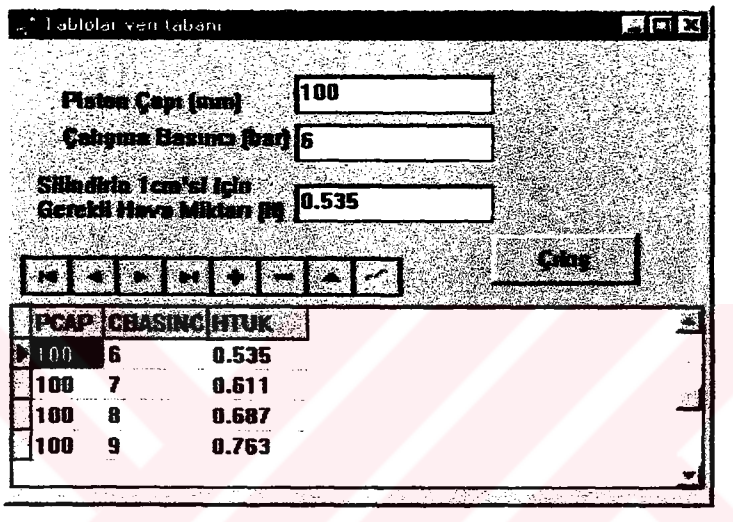
Şekil 6.15. Piston hızı hesabı menüsü

Tüketilen hava miktarı hesabında Şekil 6.16'da görüldüğü gibi piston çapı, çalışma basıncı, piston kurs boyu ve kurs sayısı girilerek hesapla komutu seçildiğinde bir silindirin dakikada tüketeceği hava miktarı hesaplanabilmektedir. Çıkan bu değere bağlı olarak sistemde kullanılması gereken kompresör seçilebilir.



Şekil 6.16. Tüketilen hava miktarı menüsü

Tüketilen hava miktarı hesabında, diğer hesaplamalardan farklı olarak, kullanılan silindirin piston çapına ve sistemin çalışma basıncına bağlı olarak silindirin her santimetresi için gerekli olan hava miktarına ihtiyaç vardır. Bu amaçla, Şekil 6.17'de görüldüğü gibi standart piston çaplarına ve 1 bar ile 15 bar arasındaki sistem basınçlarına bağlı olarak hava tüketim miktarı veri tabanı hazırlanmıştır.



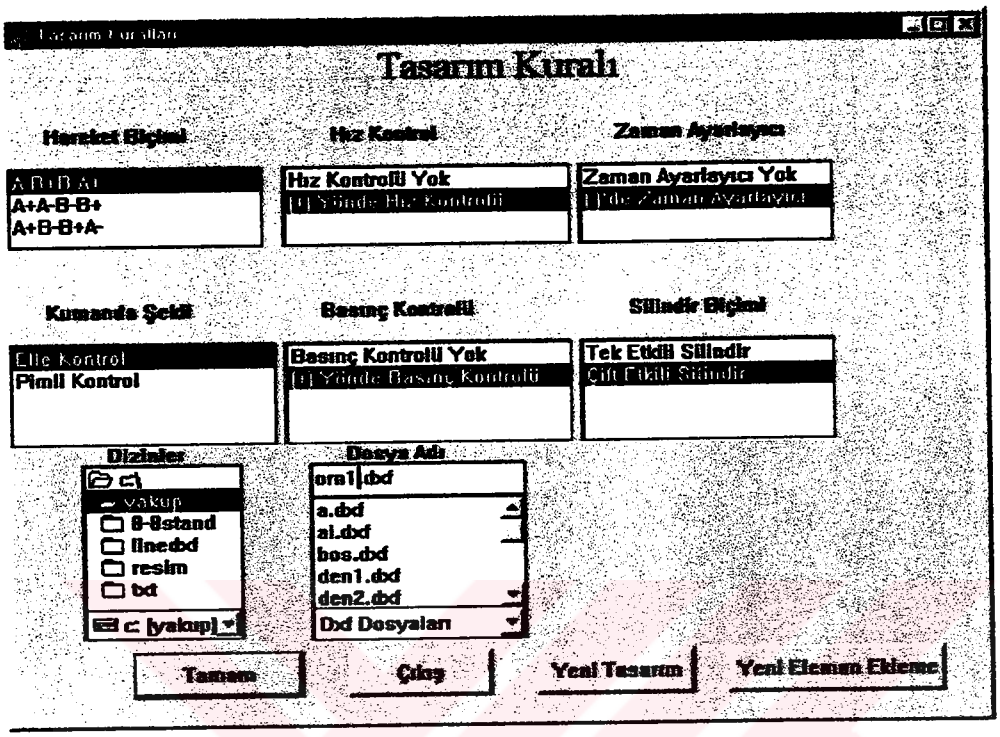
Şekil 6.17. Tablolar veri tabanı menüsü

Program, otomatik olarak kullanıcının girdiği piston çapı ve sistem basıncına bağlı olarak Şekil 6.17'de görülen veri tabanından piston kurs boyunun her cm'si için gerekli hava miktarını almakta ve tüketilen hava miktarı hesabında kullanmaktadır.

6.4. Editör Modülü

Editör modülü sayesinde çok sayıda değişik devre tasarımları oluşturmak mümkündür. Bu modülde devre tasarım modülünden farklı olarak, daha komplike devrelerin tasarımı, oluşturulacak kurallara göre belirlenebilmektedir. Editör modülü sayesinde, yapılan bu çalışmaya bir esneklik kazandırılmıştır. Şekil 6.18'de görüldüğü gibi menüler yardımı ile

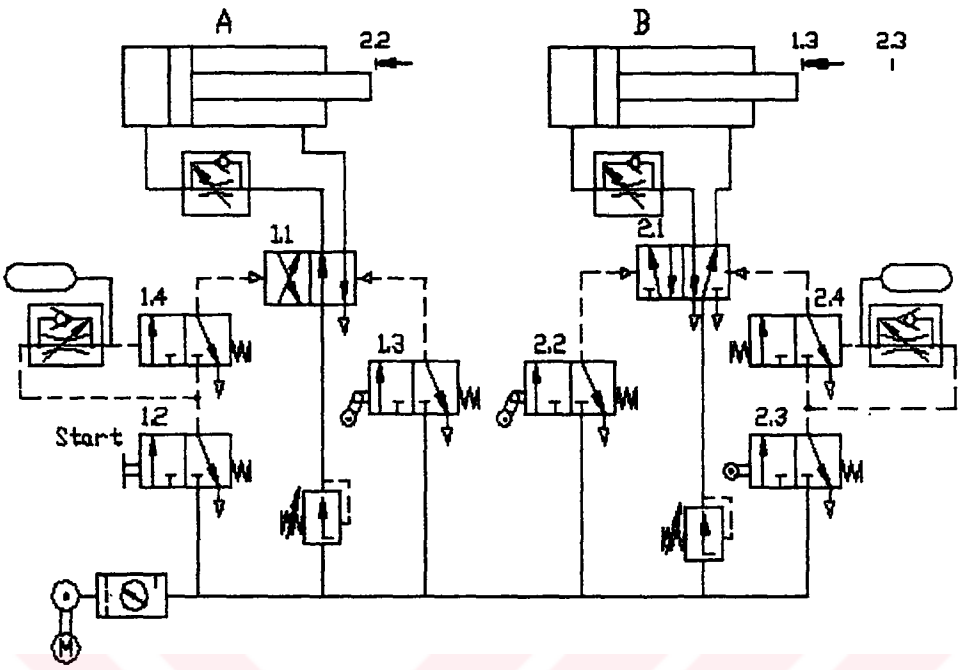
tasarlanacak devrenin elemanları ve kontrol biçimleri seçilebilir ve bu seçim işleminde devre tasarımı görülebilir.



Şekil 6.18. Tasarım kuralları menüsü

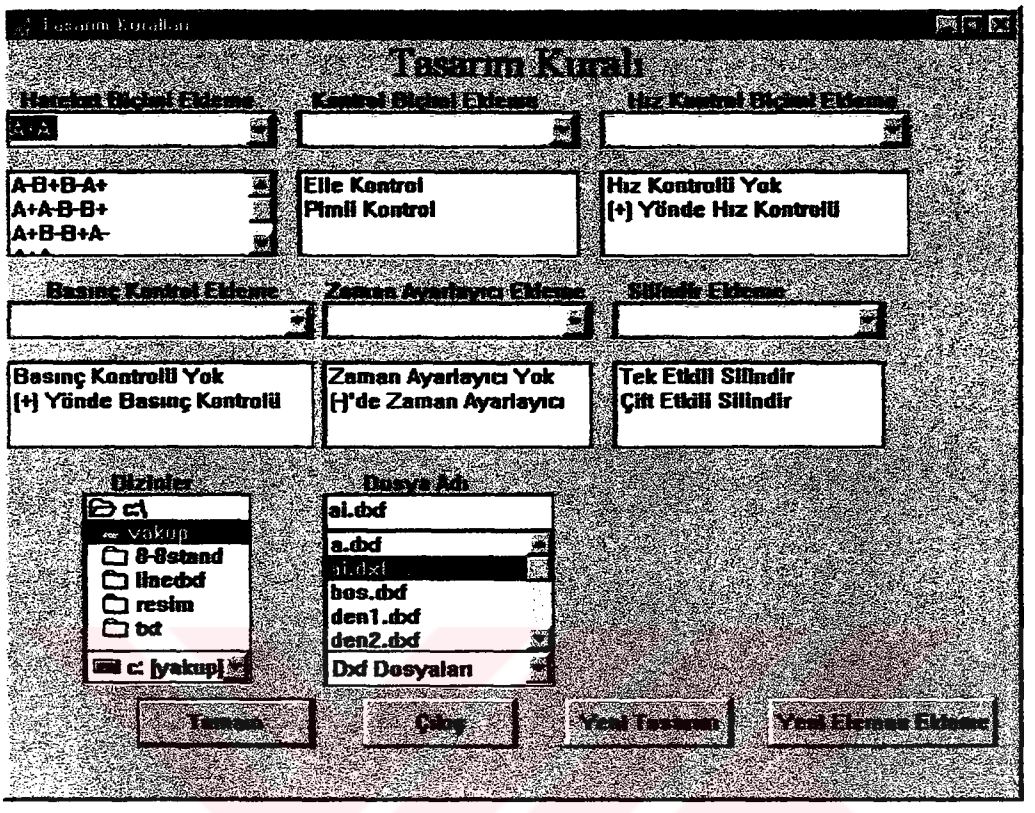
Örnek olarak, A-B+B-A+ seçilmiş olsun. Pnömatik kontrollü, (+) yönde hız kontrollü, (+) yönde basınç kontrollü, (+)'da zaman ayarlayıcı ve çift etkili silindirlerden oluşan bir devre tasarımı görülmek istenirse Şekil 5.18'deki menülerden istenilen özellikler seçilerek tamam komutu seçildiğinde Şekil 6.19'daki devre çizimi otomatik olarak ekrana gelecektir.

Bu modülde de devre tasarım modülünde olduğu gibi, tasarlanan devre DXF ve BMP formatında oluşturulmaktadır. Bu modülün, devre tasarım modülünden ayrı bir modül olarak tasarlanmasındaki amaç, dışarıdan programa eklemeler yapılabilmesini sağlamaktır. Şekil 6.18'de görülen menülere eklemeler yapılabilmektedir. Böylelikle menüler yardımı ile oluşturulan kural cümlelerinin artırılabilir olması sağlanmıştır.



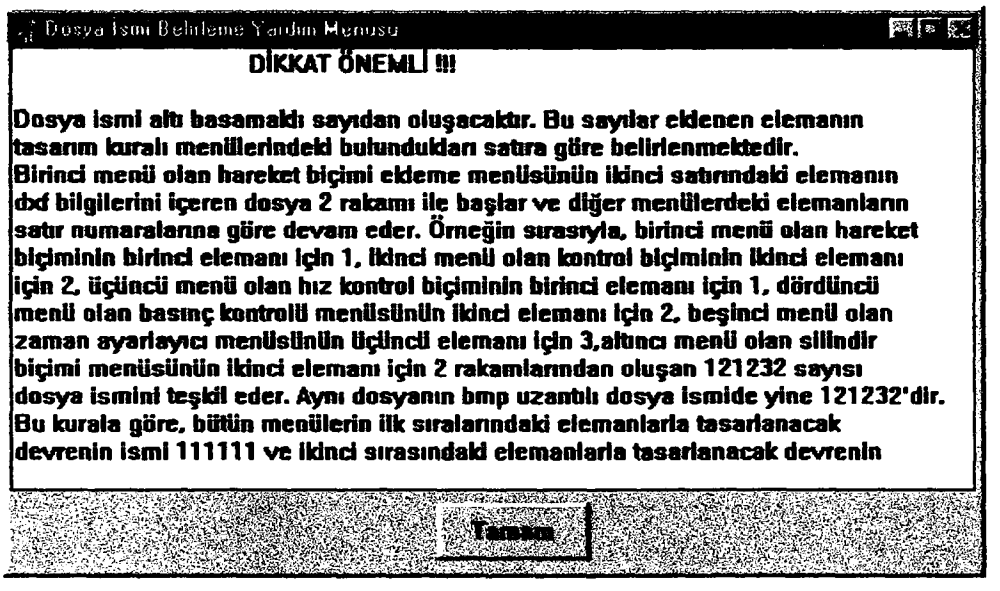
Şekil 6.19. A-B+B-A+ pnömatik kontrollü, hız kontrollü, basınç kontrollü, zaman ayarlamalı bir devre

Program, Windows altı görsel bir program olarak tasarlandığı için kural cümlelerinin menüler yardımı ile oluşturulması sağlanmıştır. Menülerdeki seçim sırasına göre program, veri tabanından ilgili veri dosyasını belirleyebilmektedir. Bu nedenle, kullanıcı tarafından yapılacak eklemelerin menülerin sonuna eklenmesi gerekmektedir ve gerekli olan tasarım dosyaları veri tabanı "linedxf" dizini altına kopyalanmalıdır. Kullanıcı Şekil 6.18'de görülen "Tasarım Kuralları" menüsündeki elemanlara yeni eleman eklemek istediğinde "Yeni Eleman Ekleme" butonunu seçerek tasarım menüsündeki tüm tasarım kurallarına veya istediği kurala ekleme yapabilmektedir. Şekil 6.20'de görüldüğü gibi kullanıcı, her tasarım kuralının üzerindeki ComboBox kutusundan istediği elemanı seçerek ekleme işlemini gerçekleştirebilir.



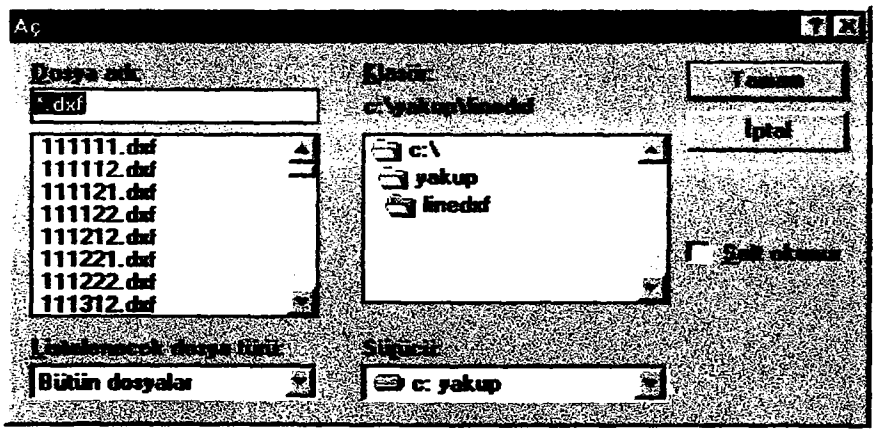
Şekil 6.20. Kural cümlesi ekleme menüsü

Örnek olarak, hareket biçimine ekleme yapılmak istendiğinde "Hareket Biçimi Ekleme" menüsü altındaki ComboBox kutusundan A+A- hareketi seçildiğinde ekranda Şekil 6.21'de görülen bu hareketleri yapacak devrenin DXF bilgilerinin kaydedileceği dosyasının ismini belirlemek için yardım menüsü gelmektedir.



Şekil 6.21. Dosya ismi belirleme yardım menüsü

Yardım menüsünde kullanıcı dosya isminin nasıl belirlendiğini görebilmektedir. Bu menüden "Tamam" butonu seçildiğinde Şekil 6.22'de görülen, oluşturulacak dosya isminin yazılacağı diyalog menüsü ekrana gelmektedir. Dosya ismi yazılıp tamam butonu seçildiğinde o isimdeki dosya "linedxf" dizini altında kaydedilmektedir.



Şekil 6.22. Dosya ismi diyalog menüsü

Kullanıcı eklediği eleman ile devre tasarımını yapabilmesi için eklenen elemanın DXF bilgilerini diyalog menüsünde ismi belirlenen dosyaya

kaydetmesi gerekmektedir. Diyalog menüsünde isim verme işlemi programın yapısından dolayı belli kurala dayandırılmıştır. Dosya ismi altı basamaklı sayıdan oluşacaktır. Bu sayılar eklenen elemanın tasarım kuralı menülerindeki bulundukları satıra göre belirlenmektedir. Şekil 6.19'dan, birinci menü olan hareket biçimi ekleme menüsünün ikinci satırındaki elemanın DXF bilgilerini içeren dosya 2 rakamı ile başlar ve diğer menülerdeki elemanların bulundukları satırlara göre devam eder. Örneğin sırasıyla, birinci menü olan hareket biçiminin birinci satırındaki eleman, ikinci menü olan kontrol biçiminin ikinci satırındaki eleman, üçüncü menü olan hız kontrol biçiminin birinci satırındaki eleman, dördüncü menü olan basınç kontrolü menüsünün ikinci satırındaki eleman, beşinci menü olan zaman ayarlayıcı menüsünün üçüncü satırındaki eleman, altıncı menü olan silindir biçimi menüsünün ikinci satırındaki elemanlardan oluşan bir devre tasarlanacak ise devrenin ismi elemanların menülerde bulundukları satırlara göre sırasıyla 121232 sayılarıdır. Aynı dosyanın BMP uzantılı dosya ismide yine 121232'dir. Bu kurala göre, bütün menülerin ilk sıralarındaki elemanlarla tasarlanacak devrenin ismi 111111 ve ikinci sırasındaki elemanlarla tasarlanacak devrenin ismi 222222 olmalıdır. Eğer dosya ismi bu kurallara göre belirlenmez ise ve bu elemanları içeren devrenin DXF bilgileri "linedxf" dizini altına kaydedilmez ise devrenin tasarımı gerçekleşmeyecektir.

Böylece, programa yeni kural cümleleri eklenebilmektedir. Ancak bu kural, tasarımın doğru olması açısından pnömatik devre tasarımı alanında bilgi sahibi olan kişiler tarafından yapılmalıdır.

Kural cümlesi ekleme modülü yardımı ile programa geliştirilebilirlik özelliği sağlanmıştır. Bu modül kullanıldıkça, programa çok sayıda silindir ve kontrol biçimi içeren devreleri kapsar hale gelecektir.

Şekil 6.19'da görüldüğü gibi kural cümlelerine dayalı değişik tasarım biçimleri yer almaktadır. Kullanıcı burada tasarım modülündeki devre elemanlarına ilave olarak hız, basınç ve zaman ayarlı devrelerin tasarımını gerçekleştirebilmektedir.

Tasarımı yapılacak olan devrenin hareket biçimi, kumanda şekli, hız kontrolünün şekli, basınç kontrol şekli, zaman ayarlayıcı durumu ve silindir biçimi seçilerek dosya ismi verilip tamam komutu seçildiğinde, tasarım gerçekleştirilir. Tasarlanan devre aynı zamanda, belirtilen dizin altına verilen adla DXF uzantılı olarak kaydedildiğinden CAD ortamında devreyi görme olanağı sağlanmıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geliştirilen bu program sayesinde bir ve iki silindirli pnömatik devrelerin değişik eleman ve kumanda şekilleriyle, istenilen hareket tasarımı yapılabilmektedir. Tasarım aşamasında kullanıcı, pnömatik devre elemanlarının standart sembollerini, resimlerini ve kısa açıklamalarını aynı anda ekranda izleyebildiği için pnömatik devreler hakkında geniş bilgi sahibi olabilmektedir. Ayrıca pnömatik devre tasarımı için gerekli hesaplamalar program içerisinde yapılarak hesaplama işlemlerinde kolaylık sağlanmıştır.

Devre tasarımını oluştururken devre elemanlarının yerleştirildiği koordinatlar sabit olduğundan, kullanıcının elemanları yerleştirmek için ayrı bir çalışma yapmasına gerek kalmamaktadır. Pnömatik devreler hakkında uzman olmayan kişilerde, bu program sayesinde, pnömatik devrelerin tasarımını rahatlıkla yapabilir.

Tasarımda oluşturulan dosya, standart bir veri yapısı olan DXF veri dosyası olarak oluşturulduğundan dosya herhangi bir CAD yazılımı tarafından okunabilmektedir. Ayrıca tasarım esnasında oluşturulan devrenin BMP uzantılı dosyası ekranda görülebilmektedir.

Bilgisayarda, devrelerin tasarımı esnasında tasarımı oluşturan elemanlar birbirleri ile çakışmaması için bütün elemanlar ekranın değişik koordinatlarına çizilerek bu problem giderilmiştir.

İlave bir çalışma ile üç veya daha fazla silindirli veri dosyaları hazırlanması ve gerekli kural cümleleri eklenerek üç veya daha fazla silindirli devre tasarımı yapılabilir. Ayrıca benzer bir çalışmanın hidrolik devreler için yapılarak pnömatik devre tasarımı ile birleştirilmesi ileriki safhalarda amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Akdoğan, A., Turgay, R.E., 1997, **Otomasyon Sistemleri (Elektropnömatik),** Birsen yayinevi, İatanbul.

Chadwick, B., 1996, Software Makes Pneumatic Circuit Design Easy, **Hydraulics and Pneumatics,** v.49, n.3, p.163-164,190.

Chadwick, B., 1997, Design and Simulate Air Circuits on Your PC, **Hydraulics and Pneumatics,** v.8, n.10, p.38-339.

Chuang, S.H., Du, C.Y., 1996, Represantation and Scheme For Motion Simulation of Pneumatic Control Circuits, **Simulation Practice and Theory,** v.3, n.6, p.365-381.

Erşahin, M.A., Ünlüsoy, Y.S., 1999, "Hidrolik Güç sistemlerinin Bilgisayar Yardımı İle Tasarımı ve Simülastonu", **TMMOB Makina Mühendisleri Odası (Bildiriler Kitabı), I.Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi ve Sergisi,** İzmir.

Festo Didactic, 1977, **Maintenance of Pneumatic Equipment and Systems,** Text Book, W. Germany.

Festo Didactic, 1978, **Fundameltans of Pneumatic Control Engineering,** Text Book, W. Germany.

Festo Didactic, 1995, Eleman Kataloğu

Festo Didactic, 1999, **Festo Yazılım Hizmetleri.**

Hassan, C., Haron, C., Wai K.K., 1994, Computer Aided Drawing and Design of Pneumatics Circuits (PNEUCADDS), **International Conference on Multi Media Engineering Education Proceedings IEEE,** Piscataway, NJ, USA, p.203-206.

Hitchcox, A.L., 1997, "Tips and tricks for air valve selection", **Hydraulics & Pneumatics** v 50 n 11 Nov 1997. p 47-48, 50.

Jacik, L. A., 1986, Computer Aided Synthesis of Pneumatic Control Systems, **Publ by BHRA,** Cranfield, Engl, p.141-144.

Jacic L.J., 1985, Computer Aided Designof Pneumatic Digital System, APPROACH, **Fluid Control and Measurement,** Tokyo, Jpn, v.1, p.95-100.

Jump, D.N., 1991, **AutoCAD Programming,** Computer Graphics Technology And Manegement Series, USA.

Kartal., F., 1997, **Hidrolik & Pnömatik,** Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Manisa.

Klinzing, G.E., Dyakowski, T., Jan 1998, Proceedings of the 1996 Conference on Pneumatic and Hydraulic Conveying Systems, **Powder Technology** v 95 n 1. Elsevier Science S.A., Lausanne, Switzerland

Korkut, İ., Korucu S., 1998, "Mantık Kurallarının Pnömatik Sistemlerde Uygulanması", **Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,** Cilt 3, Sayı 1, Sayfa 125-136, Isparta.

Korkut, i., Nalbant, M., 1995, **Computer Aided Design Of Sliding Bearings,** International congress-Gear Transmisions, Sofya, Bulgaria.

Lansky, Z.J., Lawrence, F., Schrader, J.R., 1986, **Industrial Pneumatic Control,** New York, USA.

Nalbant, M., 1997, **Bilgisayarla Bütünleşik Tasarım ve İmalat,** Beta basım yayım, Ankara.

Norgren Martonair Ltd., 1993, **General Catologue**

Parr, A., 1991, **Hyraulics and Pneumatics A Technician's and Engineer's Guide,** London, England.

Peus, K.,1989, Introduction of CAD by a Medium-sized Manufacturer of Hhydraulic and Pneumatic valves, **PE-INT**, v.13, no.3, p.66-70.

Tekiner, Z., 1998, **Grup Teknolojisi Tabanlı Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması,** G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara.

Tekiner, Z., Korkut, I., 1998, Bilgisayar Destekli Hidrolik Devre Tasarımı, **Z.K.Ü Teknoloji Dergisi,** Sayı 1, Sayfa 36-44, Karabük.

TS 1306, 1975, **Akışkanla Güç İletiminde Kullanılan Hidrolik ve Pnömatik Donanımlar ve Yardımcı Cihazları (Aksesuar) İçin Sembol Şekiller,** Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Wong, PK., Leung, TP., Chuen, C.W., Chan, W.H., 1994, Object Oriented CAD for Electro-Pneumatic Sequential Circuit Design in Low Cost Automation, **Proceeding of The 1994 IEEE Semposium on Emerging Tecnologies and Factory Automation,** Tokyo, Jpn.

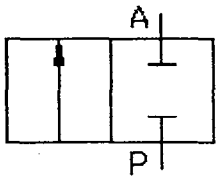
Yocum, R., 1998, Software Serves As Design, Learning Tool, **Hydraulics and Pneumatics,** v.51, n.49, p.105-107.

EKLER

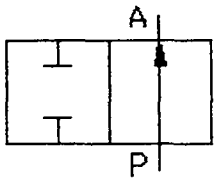
EK-1

Pnömatikte Kullanılan Elemanların Standart Sembolleri

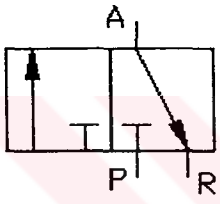
2/2 normalde kapalı yön kontrol valfi



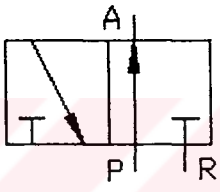
2/2 normalde açık yön kontrol valfi



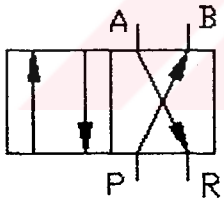
3/2 normalde kapalı yön kontrol valfi



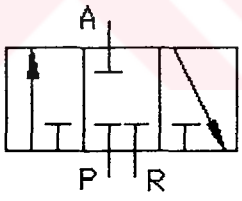
3/2 normalde açık yön kontrol valfi



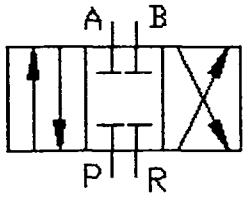
4/2 yön kontrol valfi



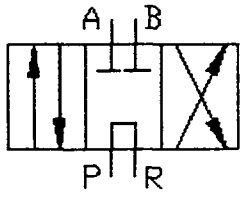
3/3 kapalı merkezli yön kontrol valfi



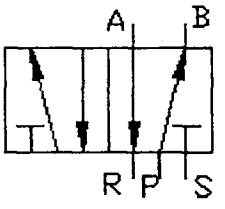
4/3 kapalı merkezli yön kontrol valfi



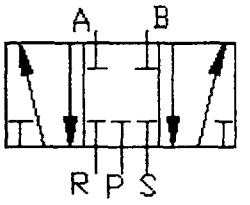
4/3 tandem merkezli yön kontrol valfi



5/2 yön kontrol valfi



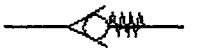
5/3 kapalı merkezli yön kontrol valfi



Yaysız çek valf



Yaylı çek valf



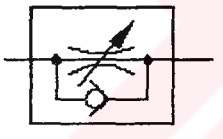
Sabit debili akış kontrol valfi



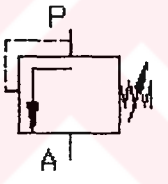
Ayarlanabilir debili akış kontrol valfi



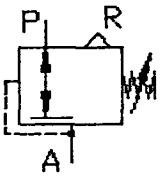
Çek valfi ayarlanabilen akış kontrol valfi



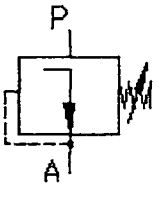
Sıralama valfi (ayarlanabilir)



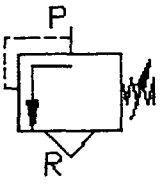
Ayarlanabilir basınç regülatörü (tahliyeli)



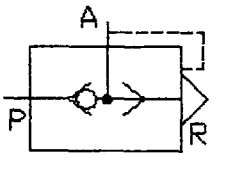
Ayarlanabilir basınç regülatörü (tahliyesiz)



Ayarlanabilir emniyet valfi



Çabuk egzoz valfi

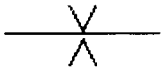


T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Ayarlanabilir kısma valfi



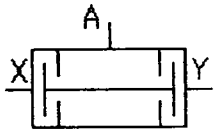
Kısma valfi



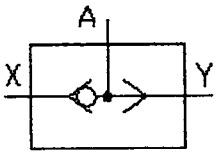
Açma kapama valfi



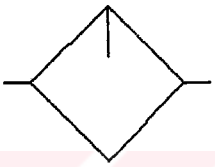
VE valfi



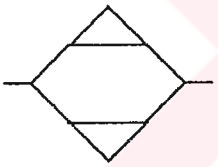
VEYA valfi



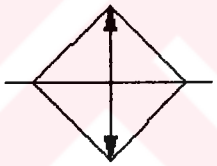
Yağlayıcı



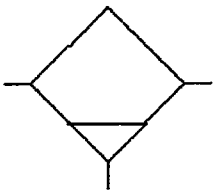
Kurutucu



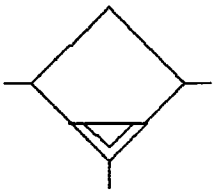
Soğutucu



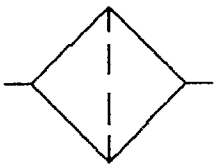
Su tutucu



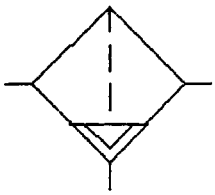
Otomatik tahliyeli su tutucu



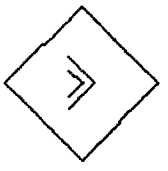
Filtre



Filtre ve su tutucu (otomatik tahliyeli)



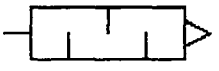
Buzlanma önleyici



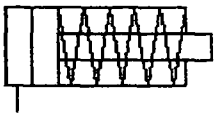
Şartlandırıcı



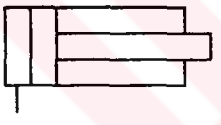
Susturucu



Tek etkili silindir (yay geri dönüşlü)



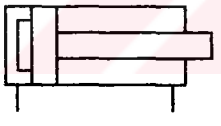
Tek etkili silindir



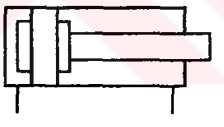
Çift etkili silindir



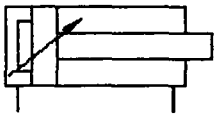
Çift etkili tek yastıklı silindir



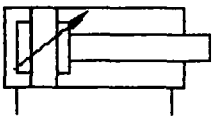
Çift etkili çift yastıklı silindir



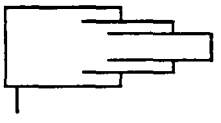
Çift etkili ayarlanabilir tek yastıklı silindir



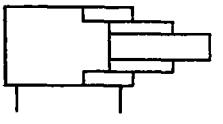
Çift etkili ayarlanabilir tek yastıklı silindir



Tek etkili teleskopik silindir



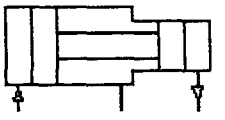
Çift etkili teleskopik silindir



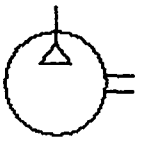
Çift etkili çift kollu silindir



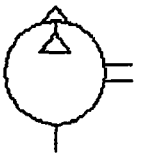
Basınç yükseltici



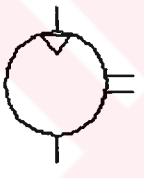
Kompresör



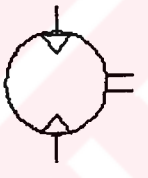
Vakum pompası



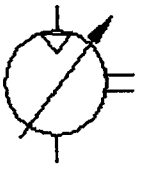
Tek yönlü pnömatik motor



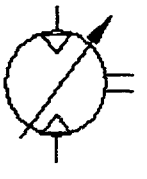
Çift yönlü pnömatik motor



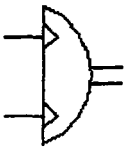
Değişken debili tek yönlü pnömatik motor



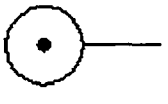
Değişken debili çift yönlü pnömatik motor



Salınımlı pnömatik motor



Basınç kaynağı (kompresör)



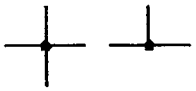
Çalışma hattı

Sinyal (uyarı) hattı

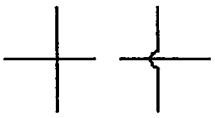
Bükülebilir hat



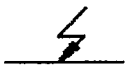
Birleşmiş hatlar



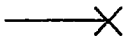
Birleşmeyen hatlar



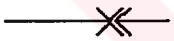
Elektrik hattı



Kapalı uç (kör tapa)



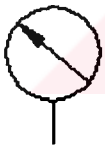
Bağlantı yapılabilir



Akümülatör



Manometre



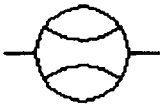
Diferansiyel manometre



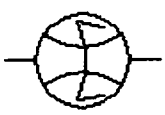
Termometre



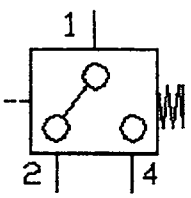
Debimetre



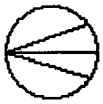
Debimetre (hacim)



Basınç anahtarı



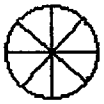
Pnömatik enerji



Hidrolik enerji



Mekanik enerji



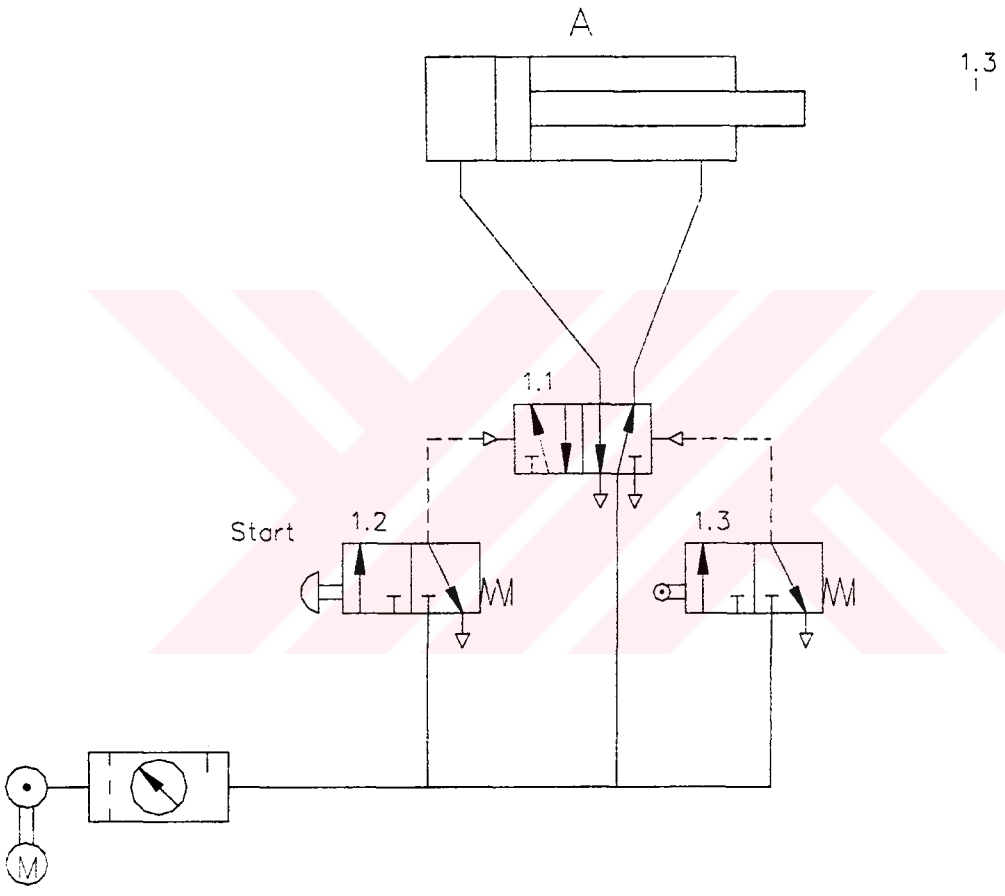
Elektrik enerjisi



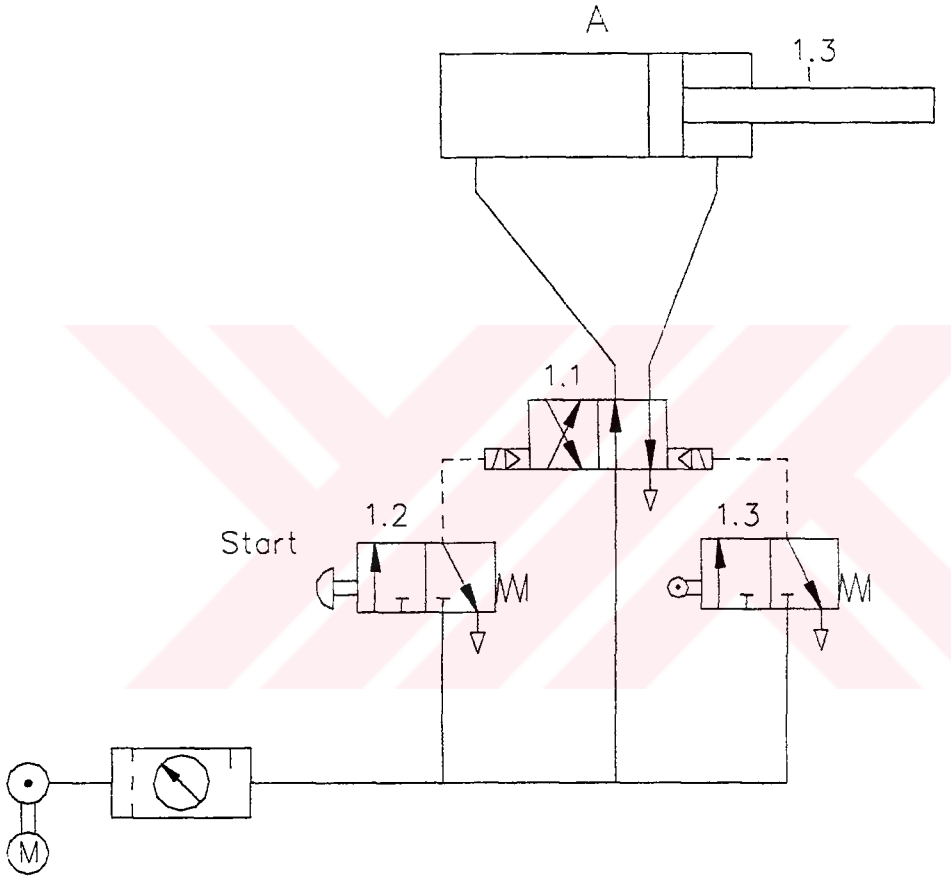
EK-2

Program İle Tasarlanmış Değişik Devre Çıktıları

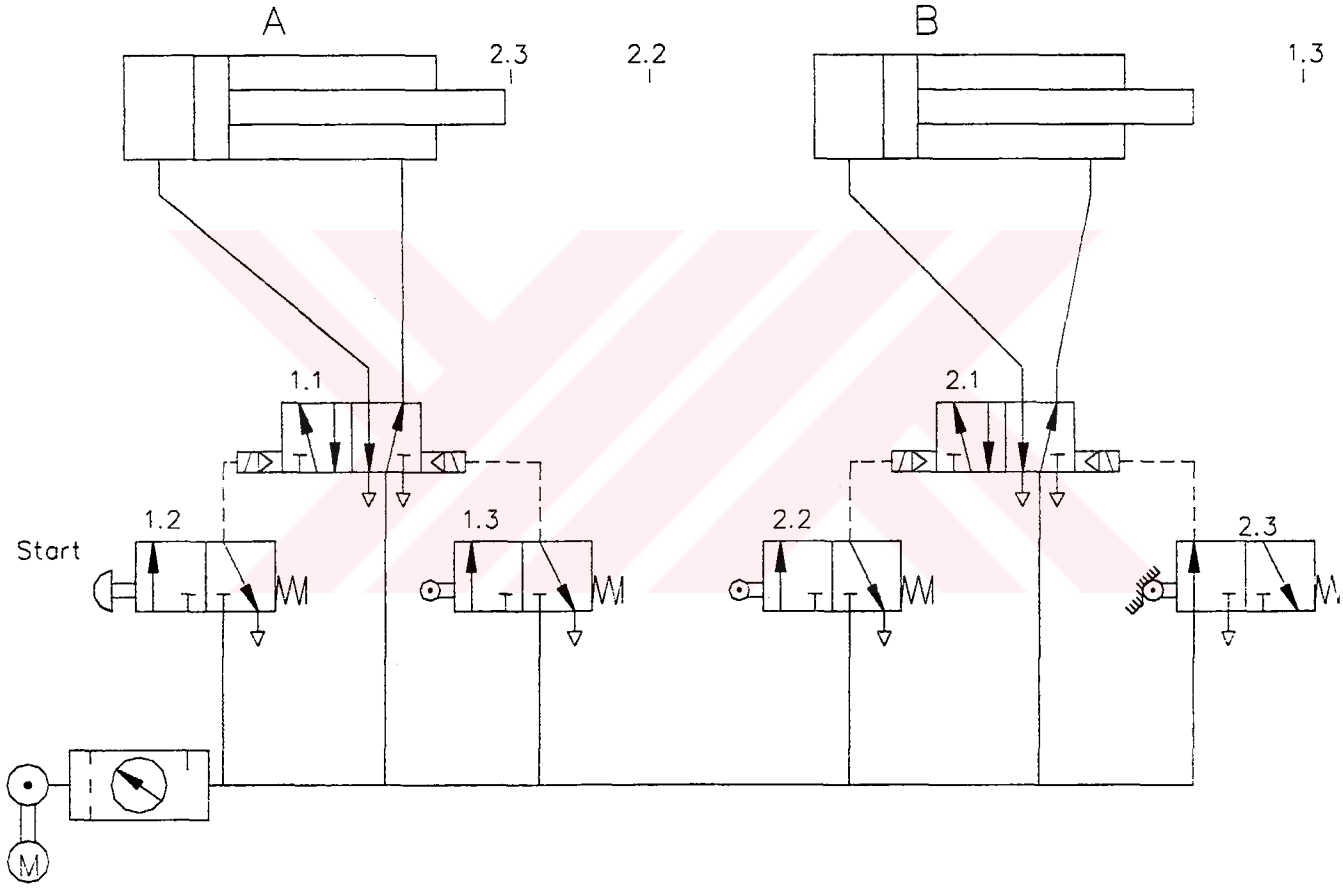
A+A- hareketlerini yapan ve 5/2 pnömatik sinyal kontrollü yon kontrol valfi kullanılarak yapılmış bir tasarım.



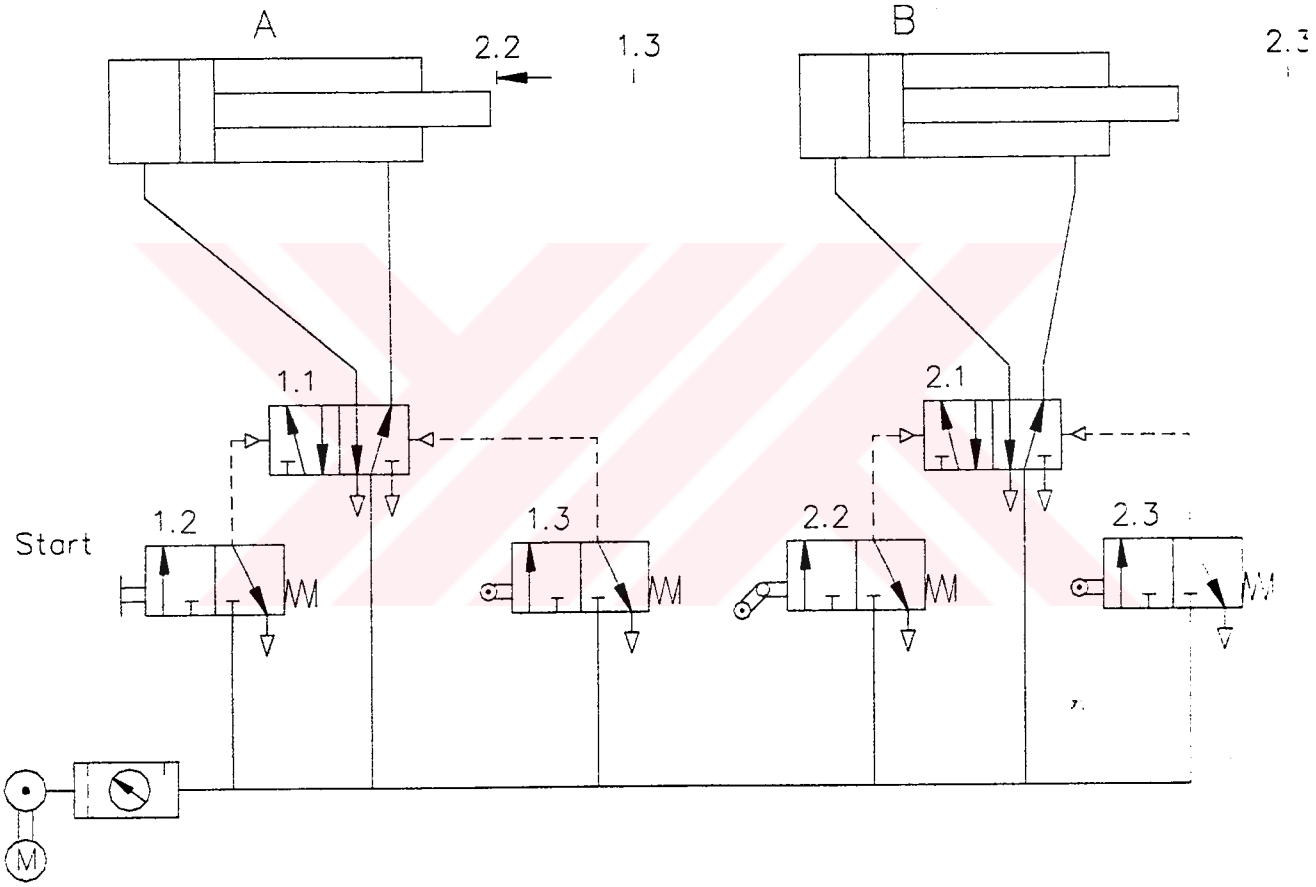
A-A+ hareketlerini yapan ve 4/2 elektropnömatik sinyal kontrollü yon kontrol valfi kullanılarak yapılmış bir tasarım.



A+B+A-B- hareketlerini yapan ve 5/2 elektropnömatik sinyal kontrollü yon kontrol valfi kullanılarak yapılmış bir tasarım.



A+A-B+B- hareketlerini yapan ve 5/2 pnömatik sinyal kontrollü yon kontrol valfi kullanılarak yapılmış bir tasarım.



EK-3

Klasik yolla yapılmış hesaplamalarla program tarafından yapılan hesaplamaların karşılaştırılması.

Piston Kolu Çapı Hesabı

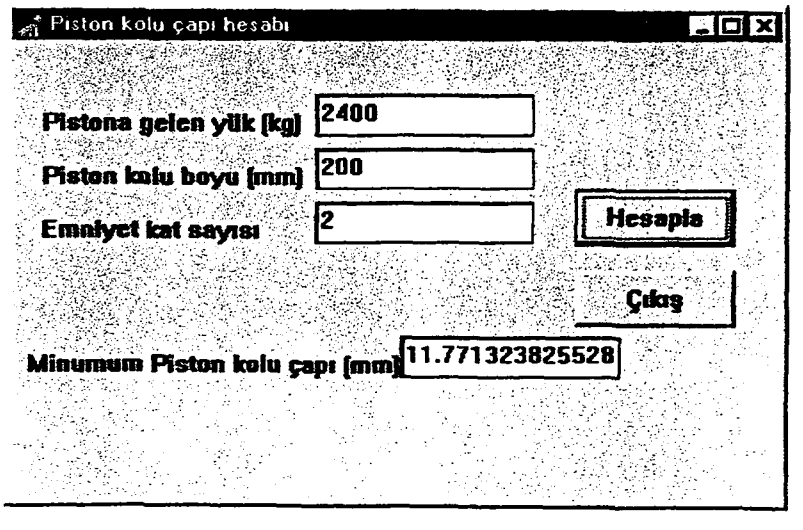
Bir pnömatik sistemde silindire 2400 kg'lık bir yük gelmektedir. Silindirin piston kolu boyu 200 mm ve emniyet kat sayısı 2 olursa piston kolu çapı ne olur?

F = 2400 kg
L = 200 mm = 20 cm
EKS = 2

$$d = \sqrt[4]{\frac{L^2 \times F \times EKS}{10^6}}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{20^2 \times 2400 \times 2}{10^6}} \Rightarrow d = 1{,}1771\text{cm} = 11{,}771\text{mm}$$

Programla yapılmış hesaplama



Piston Kolu Boyu Hesabı

Bir pnömatik sistemde piston kolu çapı 15 mm olan bir silindire 800 kg' lık yük gelmektedir. Emniyet kat sayısı 2 alınırsa piston kolu uzunluğu en fazla ne olabilir?

F = 800 kg

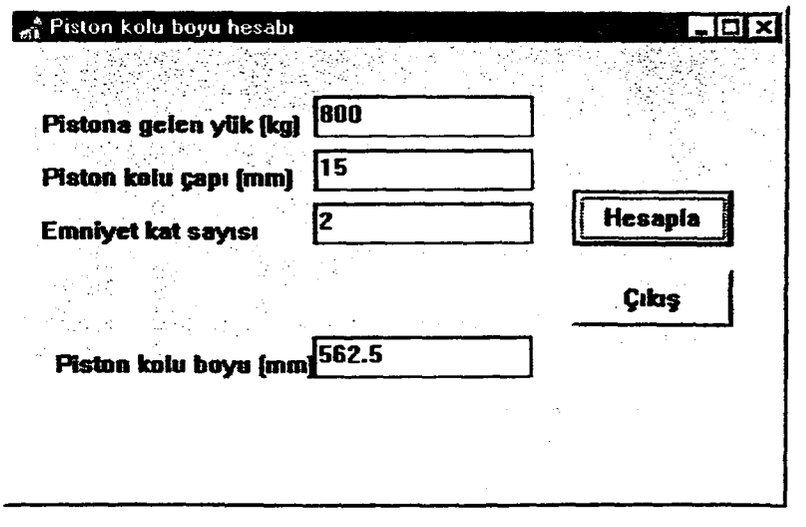
d = 15 mm = 1,5 cm

EKS = 2

$$L = 10^3 \sqrt{\frac{d^4}{F \times EKS}}$$

$$L = 10^3 \sqrt{\frac{1{,}5^4}{800 \times 2}} \Rightarrow L = 56{,}25cm = 562{,}5mm$$

Programla yapılmış hesaplama



Piston İtme Kuvveti Hesabı

Bir pnömatik sistemde piston çapı 100 mm, çalışma basıncı 6 bar ve sistemin verimi %80 olursa bu sistemdeki silindirin ileri hareketinde itebileceği en büyük kuvvet ne olur?

D = 100 mm = 10 cm

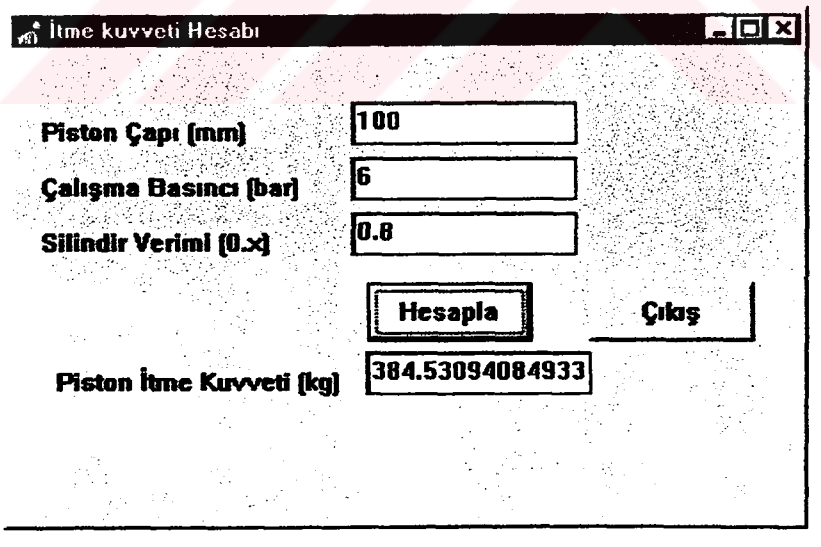
P = 6 bar = 6x1,02 = 6,12kgf/cm^2

$\eta = 0,8$

$$F = P \times A \times \eta$$

$$F = 6,12 \times \frac{\pi \times 10^2}{4} \times 0,8 \Rightarrow F = 384,53\text{kgf}$$

Programla yapılmış hesaplama



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Piston Çekme Kuvveti Hesabı

Hava basıncı 6 bar, piston çapı 100 mm, piston kolu çapı 30 mm ve sistemin verimi %80 olduğu kabul edilirse silindirin geri hareketinde taşıyabileceği en kuvvet ne olur?

$P = 6\ bar = 6{,}12\ kgf/cm^2$

$D = 100\ mm = 10\ cm$

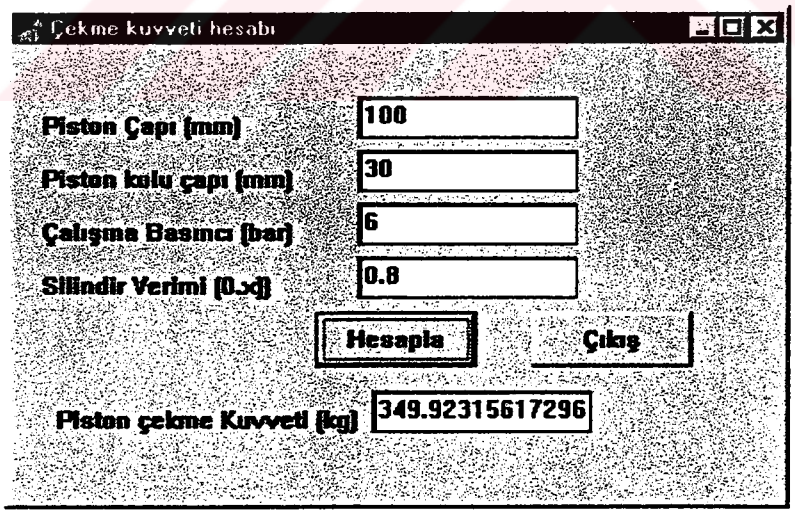
$d = 30\ mm = 3\ cm$

$\eta = 0{,}8$

$$F = P \times A \times \eta$$

$$F = 6{,}12 \times \left(\frac{\pi \times 10^2}{4} - \frac{\pi \times 3^2}{4} \right) \times 0{,}8 \Rightarrow F = 349{,}92 kgf$$

Programla yapılmış hesaplama



ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Trabzon'nun Arsin ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra 1993 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Anabilim Dalınından 1997 yılında mezun oldu. 1998 yılında yine bu okulda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 1997 ile 1999 yılları arasında alanı ile ilgili iki özel şirkette çalıştı. Eylül 1999'da Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen bu kurumda Araştırma Görevlisi olarak görev yapan Yakup TURGUT evli ve bir çocuk babasıdır.