



PNÖMATİK SİSTEMLERDE ENERJİ TASARRUFU

Enver ÇATAK

ÖZET

Günümüzde artan rekabet ortamı firmaları maliyetleri konusunda çok daha dikkatli olmaya zorlamaktadır. Üretim yapan firmalarda basınçlı hava kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Bu artışla birlikte basınçlı hava tüketimi, üretim maliyetleri içerisinde elektrik,gaz,buhar gibi diğer enerji kaynaklarının yanında önemli bir yer tutmaktadır.

Bu çalışmada amaç yeterince önem verilmeyen basınçlı hava ve pnömatik sistemlerin maliyetlerini ortaya çıkarmak; sistemlerde yapılabilecek iyileştirmeler ve tasarruflar hakkında genel bilgi vermektir.

ABSTRACT

In today's highly competitive business environment, companies are forced to be ever more cost conscious. The use of pressurised air by manufacturing companies is steadily increasing. Due to this development, consumption of pressurised air meanwhile constitutes an important factor in production costs besides other energy resources such as electricity, gas and steam.

This study focuses on the costs of pressurised air and pneumatic systems, which have not yet received the attention they deserve, and will provide information on possible system improvements and savings potentials.

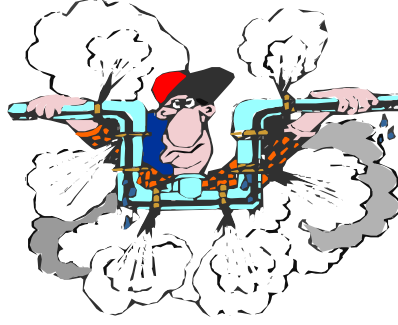
GİRİŞ

Otomasyon teknolojisinde basınçlı havanın kullanımı; basitliği, kolay elde edilebilirliği ve güvenlik gibi nedenlerle her geçen gün artmaktadır.Bu avantajlı yönleri basınçlı hava ile çalışan sistemlerin kullanımının cazibesini de artırmaktadır.

Eskiden sadece saf enerji giderleri karşılaştırılırken,aynı iş gücü için elektrik ve pnömatik enerji oranı 1:10 oranında olmasına rağmen, bugün artık bu oran bir tesisin tüm giderleri göz önünde bulundurularak oluşturulur. Pnömatik sistemin ekonomisi, yüksek enerji giderlerinden beklendiği kadar, kötü değildir.Basınçlı havanın üretim enerjisi olarak kullanımı, makina tekniği yönünden masrafları azaltır, otomatikleşme derecesini artırarak mekanizasyonu mümkün kılar, ya da verimi artırarak genelde ekonomikliği sağlar.

Bu cazip avantajlarının yanı sıra basınçlı havanın üretim maliyetinin yüksek olması kullanımı sırasında optimum faydayı sağlayabilmek için dikkatli olmayı da gerektirir.

Basınçlı Havanın Maliyeti



Şekil 1. Basınçlı hava kaçağı

Elektrik enerjisinin maliyeti Avrupa birliği ülkelerinde ortalama : 0,10 Euro/KWh tir.
Bu değere göre basınçlı havanın yaklaşık maliyeti : 0,02 Euro/m³ tür.

Örnek:

Delik çapı: 3 mm

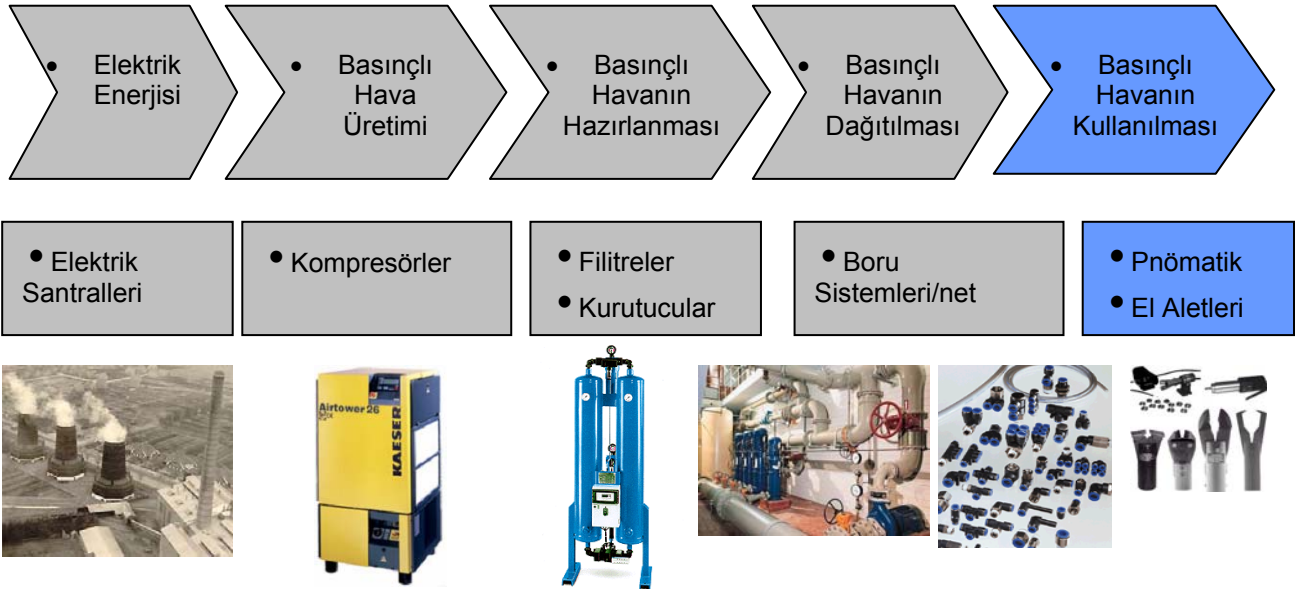
Hava kaçağı : 0,5 m³/dak (6 bar)

Maliyet : 0,5 m³/dak x 60 dak/h = 30 m³/h

: 30 m³/h x 2000 h/yıl = 60.000 m³/yıl

: 60.000 m³/yıl x 0,02 Euro/ m³ = 1200 Euro/yıl

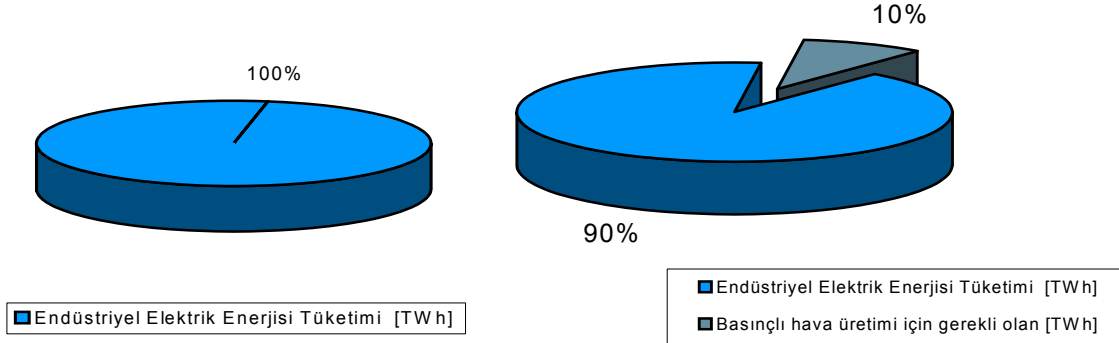
Basınçlı Hava Sistemlerinin Başlıca Elemanları



Şekil 2. Basınçlı sistem elemanları

ENERJİ TASARRUFUNDA HEDEFLER**a-) Elektrik Enerjisinde Tasarruf**

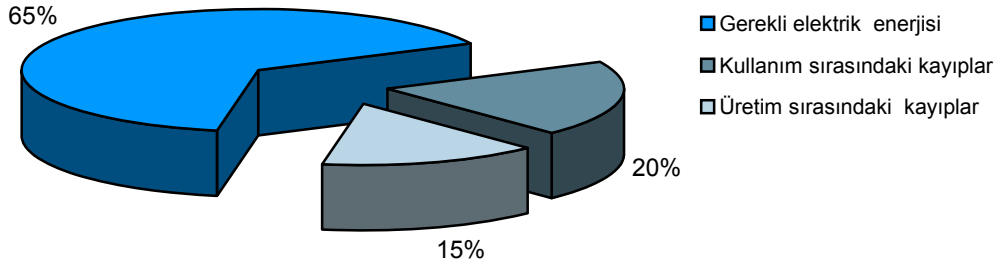
Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde endüstrinin kullanmış olduğu toplam elektrik enerjisi 800 milyar Kwh'tir ve bunun yaklaşık %10 'u basınçlı hava ihtiyacı için kullanılmaktadır. (EU study, ISA 2000 den alınmıştır.) (Türkiye'de 2005 yılı toplam elektrik tüketimi 150 milyar kwh olacağı tahmin edilmektedir.) Basınçlı hava ihtiyacı için harcanan 80 milyar kwh elektrik enerjisinin parasal değeri yaklaşık olarak 3,65 milyar Euro dur.



Şekil 3. Toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde basınçlı hava için gerekli olan

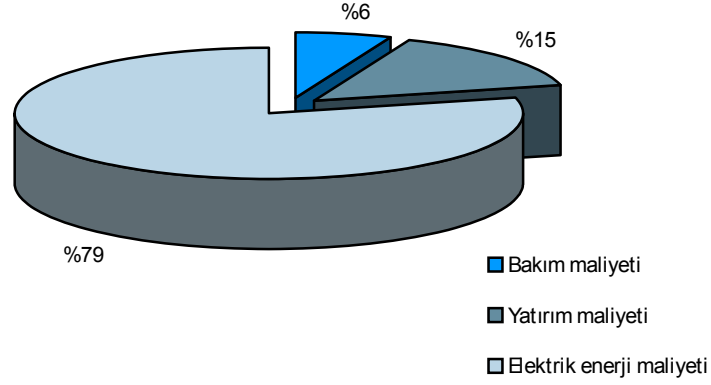
Bu sonuçta anlaşılacağı üzere basınçlı hava bedava değildir ve boşa harcanmamalıdır.

EU içerisinde elektrik enerjisi yatırımının ortalama %35'inin tasarruf edilebilir olduğu düşünülmektedir



Şekil 4. Basınçlı hava kullanımı sırasında tasarruf edilebilecek elektrik enerjisi oranı

Tüm basınçlı hava maliyetinin yaklaşık %80 'ini elektrik enerjisi oluşturmaktadır.



Şekil 5. Basınçlı hava maliyeti içerisinde elektrik enerjisinin oranı

b-) Kompresörlerde Tasarruf

Bir kompresör tesisinin büyüklüğü sistemdeki tüm pnömatik kumandaların, alet ve tesislerin tükettiği havaya bağlıdır. Ayrıca basınçlı hava şebekesinin kalitesi ve büyüklüğüne bağlı olarak kaçak kayıplarını da ilave etmek gerekir. Kaçak kayıpları için gerekli tüm hava miktarının %10 ile %30 'u kadar bir oranın öngörülmesi gerekir. Ayrıca yeni eklenecek tesislerin de göz önünde bulundurulması gerekir.



Şekil 6. Kompresör

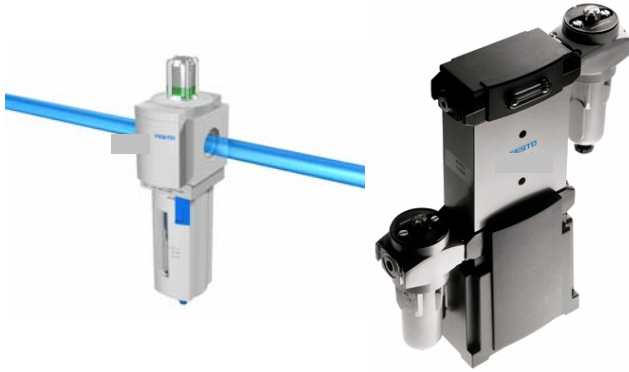
Buna göre basınçlı hava tüketimi ve bir kompresör tesisinde kapasitenin belirlenmesi önemli bir planlama sorunudur. İşin özüne ve uzmanlığına uygun bir planlama yapılarak masraflı ve ekonomik olmayan basınçlı hava giderleri azaltılabilir.

Bir kompresörde erişilen çıkış basıncı tesisin çalışması için gerekli olan çalışma basıncından çok daha fazla olmamalıdır. Daha yüksek basınçlı havanın üretimi daha masraflı olduğu gibi kaçak noktalarındaki kayıpların da artmasına neden olur.

Büyük miktarda basınçlı havaya ihtiyaç duyulduğunda bir cihaz kurulması yerine iki ya da üç kompresörden yararlanmak daha mantıklıdır. İhtiyaç oranına göre bir veya daha fazla cihaz çalıştırılabilir. İhtiyaç olmadığı anlarda çalıştırılmayan cihazlardan önemli oranda enerji tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca tek kompresörün arızalanarak devre dışı kalması halinde tesisdeki ikinci kompresör ile üretim sınırlı da olsa sürdürülebilir .

c-) Filtreler ve Kurutucularda Tasarruf

Basınçlı havanın doğru hazırlanmış olması pnömatik kumanda tesislerini arızasız ve verimli işletmenin ön koşuludur.



Birçok filtre üreticisi filtrelerinde temiz ve kuru hava için 60mbar'lık basınç düşümü öngörür. Nemli ortam basıncında ise 0,2-0,4 bar öngörülür.

Eğer filtrede oluşan basınç farkı 0,6 bara ulaşmışsa değiştirilmesi istenir. Bu da yaklaşık bir yıllık çalışmaya denk gelir.

Şekil 7. Filtre ve kurutucu

Basıncılı hava hazırlama çok genel olarak üç alt bölüme ayrılabilir; Kaba ayırma, kurutma ve ince hazırlama, ancak gerekli basınçlı hava kalitesini tek tek değişik yöntemlerin seçimi ve kombinasyonu belirler. İhtiyaca göre hava kalitesinin belirlenmesi enerji tasarrufu açısından oldukça önemlidir. DIN ISO 8573-1 de hava kalite sınıfları belirtilmiştir. Bu sınıflamaya göre basınçlı hava hazırlanmalıdır. İhtiyaçtan az ya da çok filitreleme enerji ve bakım maliyetini artıracaktır.

sınıf	Kalan toz miktarı		Kalan su miktarı		Kalan HC* miktarı
	μm	mg/m^3	PDP	g/m^3	
1	0.1	0.1	-70	0,003	0.01
2	1	1	-40	0,12	0.1
3	5	5	-20	0,88	1
4	15	8	+3	6	5
5	40	10	+7	7,8	25
6	--	--	+10	9,4	--
7	--	--	belirtilmemiş		--

Şekil 8. DIN ISO 8573-1 'e göre basınçlı hava sınıflandırması

d-) Boru ve Bağlantı Sistemlerinde Tasarruf

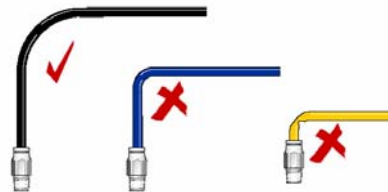
- Doğru boru çapı ve uzunluğu seçilmelidir.
- Uygun boru ve bağlantı elemanları seçilmelidir. (Dış çap kalibre hortumlarda dış çap fittings, iç çap kalibre hortumlarda iç çap fittings seçilmeli birbiri ile karıştırılmamalıdır.)
- Mümkünse düz fittingsler tercih edilmelidir

Fitting Tipleri:

- Otomatik Rekorlar,
- Tırmıklı çabuk Rekorlar,
- İçeriden somunlu,
- Dışardan Somunlu

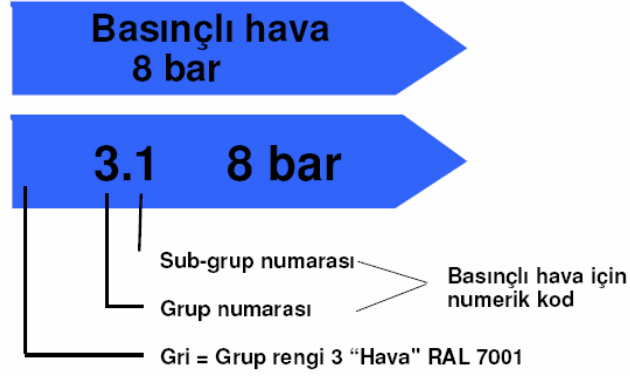


Pnömatik Hortum Montajı



Şekil 9. Boru ve bağlantı elemanları

Basıncılı hava hattı kodlaması



Basıncılı hava hattı renk kodu (DIN 2403)

Renk kodlaması DIN 2403 basıncılı hava hatlarının boru hatları içerisinde net anlaşılmasını sağlayacaktır.

Renk kodu tüm birleşme noktalarında, duvar giriş ve çıkış noktalarında tüm boru hattında uygulanmalıdır.

Ortam	Grup	Renk kodu ve numara	
Hava	3	gri	RAL 7001
Su	1	Yeşil	RAL 6018
Yanıcı akışkan	8	Kahverengi	RAL 8001
Gaz	4/5	Sarı	RAL 1021
Su buharı, Buhar	2	Kırmızı	RAL 3000
Asid	6	orange	RAL 2003
Çözelti	7	Mor	RAL 4001
Oksijen	0	Mavi	RAL 5015

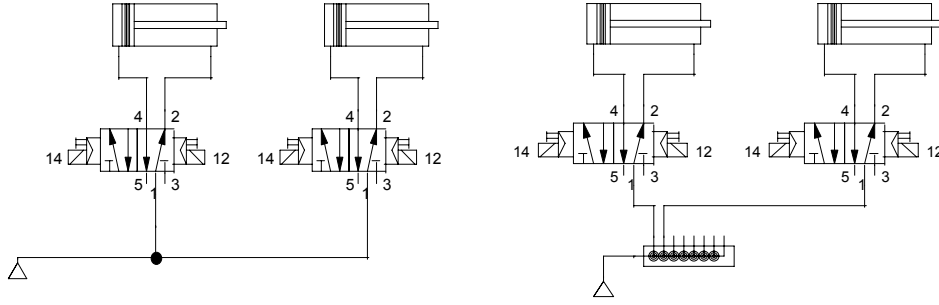
Şekil 10. Boru hatları renk kodlaması

- Hortum çapları arasında gereksiz bağlantı kombinasyonlarından kaçınılmalı.



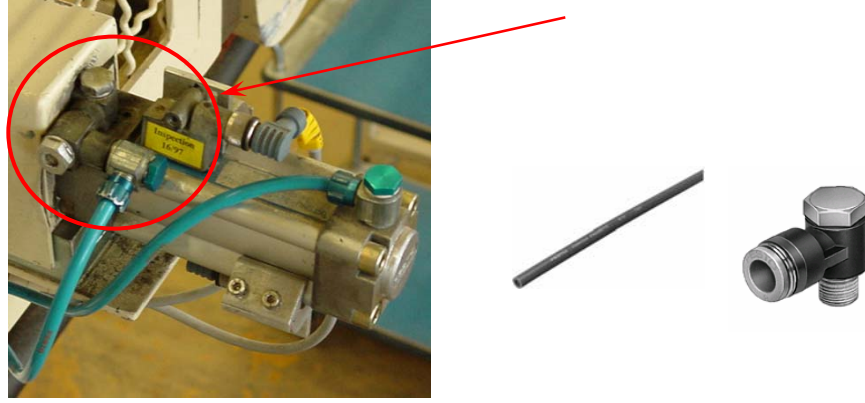
Şekil 11. Pnömatik hortum bağlantı örneği

- Gereksiz T bağlantılardan kaçınılmalıdır. Yerine manifold bağlantı tercih edilmelidir.
- Basınç düşümleri azalacaktır. Özellikle büyük çaplı boru bağlantılarında faydalı olacaktır.



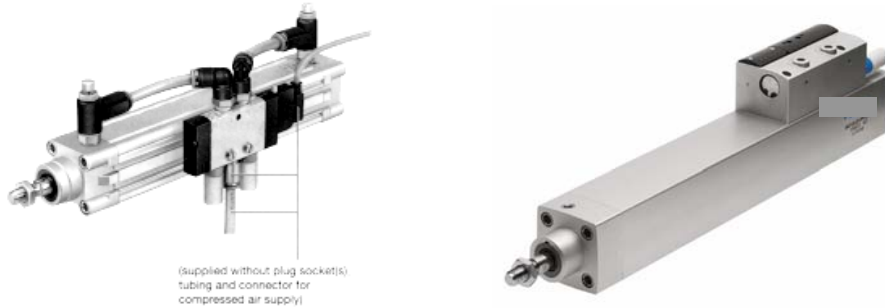
Şekil 12. Pnömatik hatların bağlantı örneği

- Basınç yönünün değiştirilmesi basınç düşümlerine neden olacağı için kaçınılmalıdır. Uygun bağlantı elemanları seçilerek düz ve direkt bağlantılar yapılabilir.



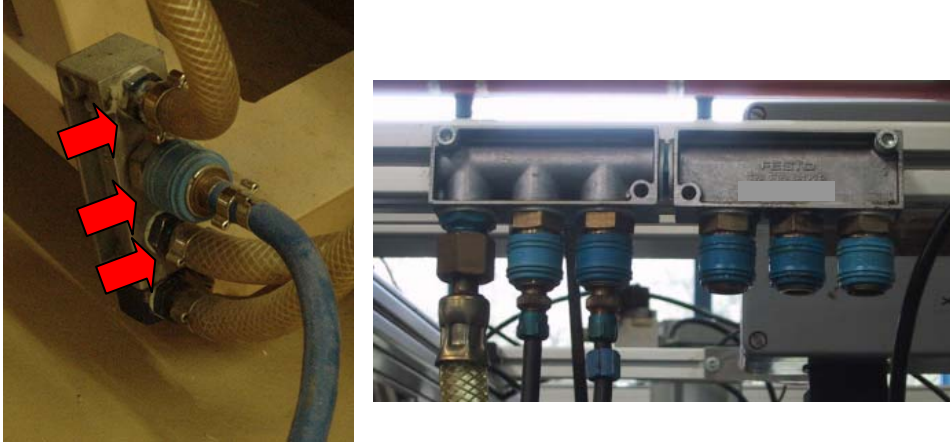
Şekil 13. Pnömatik hatların bağlantı örneği

- Hacmi azaltacağından silindir valf kombinasyonları kullanılabilir. Böylece silindire valf arasındaki mesafe minimum olacaktır. Özellikle yüksek frekansla çalışan sistemlerde önemli tasarruf sağlayacaktır.



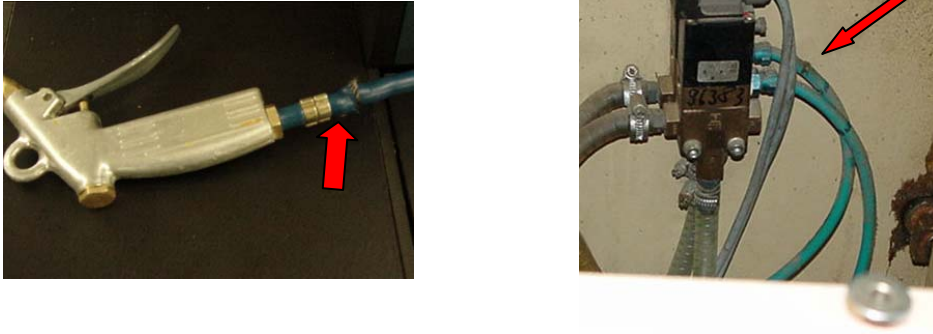
Şekil 14. Silindir valf kombinasyonları

- Gevşek ve dağınık bağlantı şekli yerine düzgün ve sıkı bağlantı yapılmalıdır.



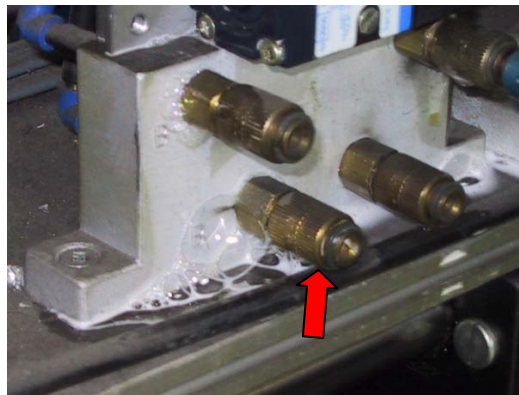
Şekil 15. Pnömatik hortum bağlantı şekli

- Yıpranmış ve yırtılmış hortumların bakımı zamanında yapılmalıdır. Bu tip kaçağların için kullanım yerine uygun hortum seçilmelidir.



Şekil 16. Pnömatik bağlantı elemanlarının bakımı

- Eski ve yıpranmış elemanlar yeni teknoloji ürünlerle değiştirilmelidir.



Şekil 17. Yeni teknoloji ürünler

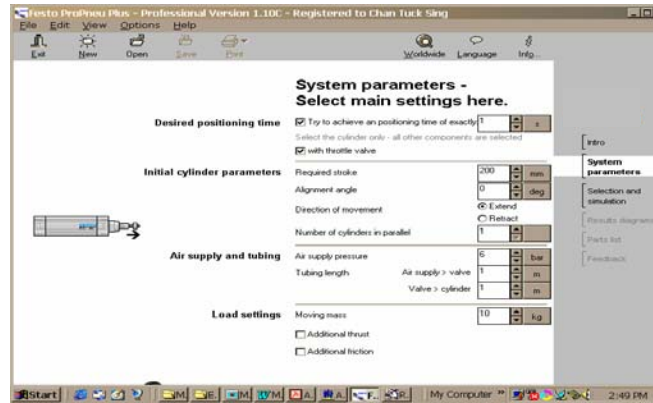
- Maksimum Tasarruf İçin Pnömatik Sistemlerin Tasarım Yöntemleri

Silindirlerin doğru şekilde boyutlandırılması;

Silindirler;

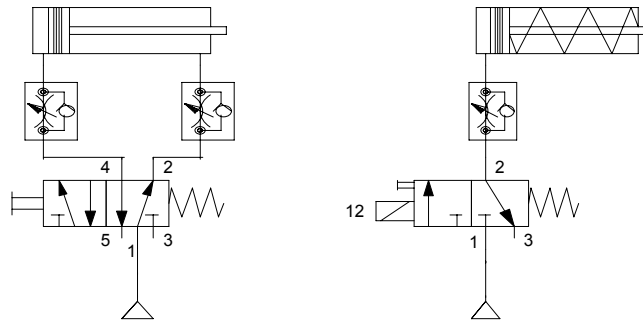
- ihtiyaç duyulan kuvvet
- Kurs boyu
- Hız
- Hassasiyet gibi parametrelere göre **hesaplanarak** seçilmelidir. Tahmini seçim yapılmamalıdır. Gereksiz büyük boyutlu seçimlerden kaçınılmalıdır.

Bu işlem için çeşitli üretici firmaların geliştirmiş olduğu optimum pnömatik sistem boyutlandırma yazılımları mevcuttur bu yazılımlardan faydalanılabilir.



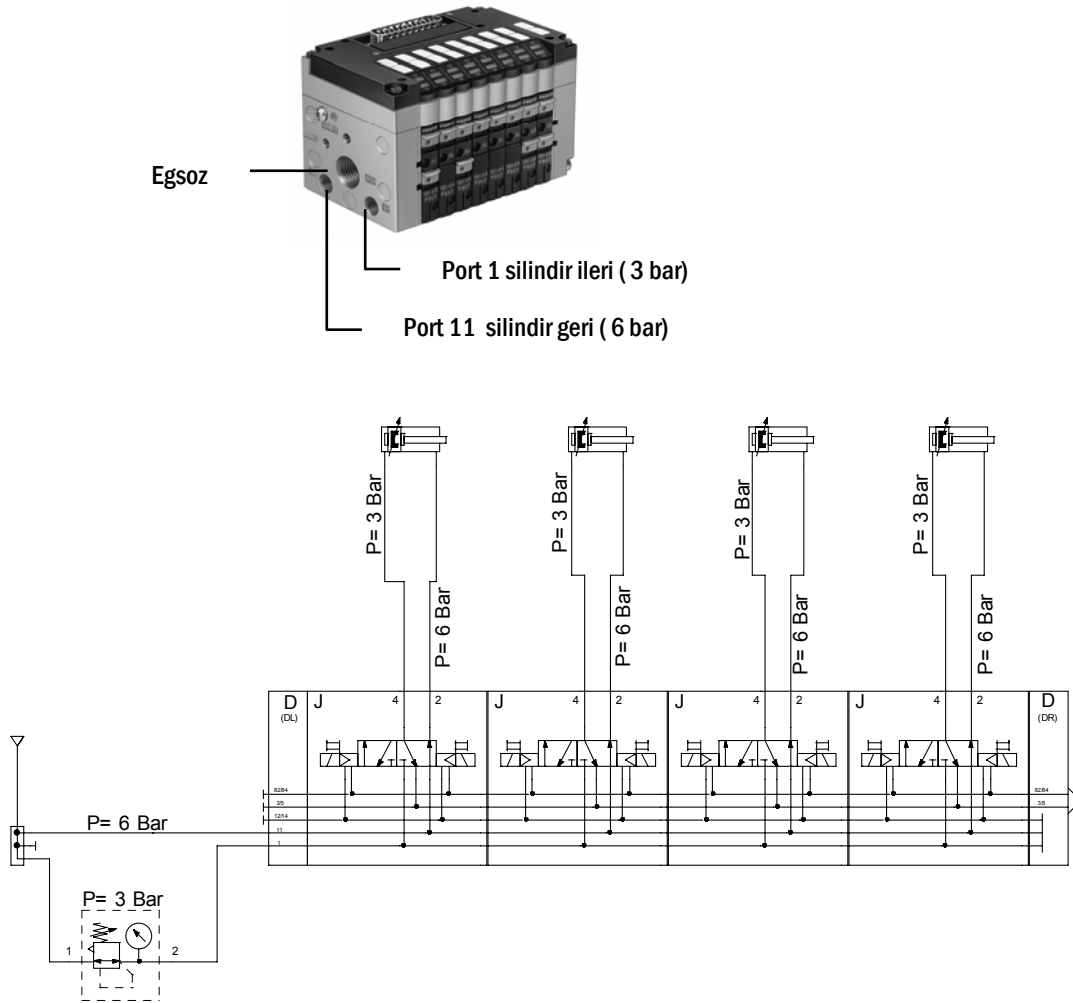
Şekil 18. Pnömatik sistem tasarım yazılımları

- Doğru teknoloji seçilmeli düşük kuvvet ihtiyaçlarında çift etkili silindir yerine tek etkili silindir tercih edilmelidir.



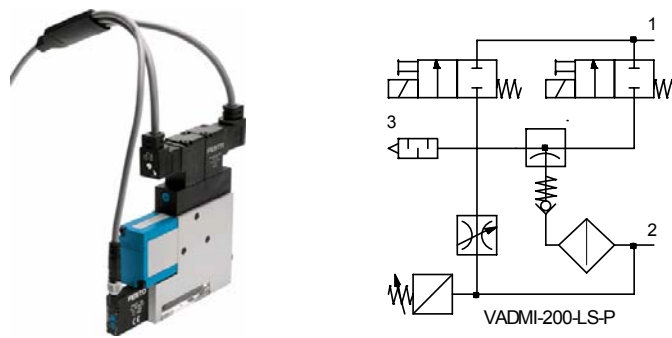
Şekil 19. Pnömatik silindirlerin doğru seçilmesi

- Hareketin tek yönünde kuvvet ihtiyacı yok ise silindir ileri ve geri hareketleri için farklı basınçlar kullanılabilir. Düşük basınç kullanımı ile önemli oranda tasarruf sağlanabilir.



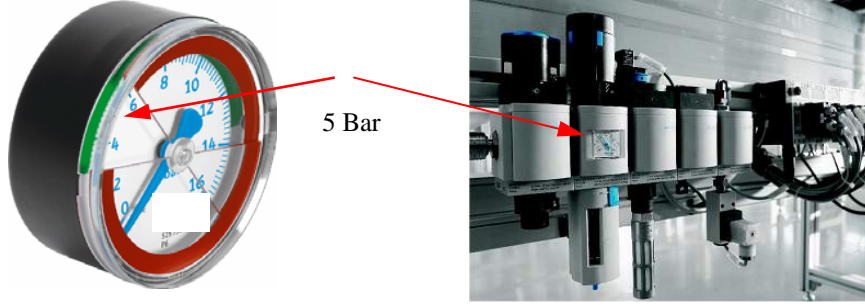
Şekil 20. Aynı sistem üzerinde ihtiyaca uygun düşük basınçların kullanılması

- Çekvalf entegreli ve enerji tasarrufu sağlayan devre tasarımı vakum jeneratörleri tercih edilmelidir. Bu jeneratörlerde vakum değeri istenilen seviyeye ulaştığı anda üzerinde bulunan selenoid valf tarafından akış kesilmekte istenilen süre vakum değeri sabit kalmaktadır. Vakum değerinde azalma olduğu zaman valf otomatik açılmakta ve vakum değerini istenilen değerde sabit tutmaktadır.



Şekil 21. Enerji tasarruflu vakum jeneratörlerinin tercih edilmesi

- Tüm uygulamalarda her zaman 6 bar basınçlı havaya ihtiyaç yoktur. Bu tip yerlerde sistem basıncı 5 bar'a düşürülebilir. 1 bar'lık bu düşüş yaklaşık %10 tasarruf sağlayacaktır.



Şekil 22. Düşük basınç tercih edilmesi ile tasarruf

- Soğutma, temizlik gibi basınçlı havanın kullanımı için uygun olmayan uygulamalardan uzak durulmalıdır.



Yanlış: Basınçlı hava ile fren diskinin soğutulması

Şekil 23. Gereksiz basınçlı hava kullanımının önlenmesi

- Son Kullanıcı Firmalar İçin Enerji Tasarrufunun Önemi

Pnömötik sistemi iyi kurulmuş ve işletilmekte olan bir işletme;

- Hava kaçaqlarının az olması,
- Arıza miktarının ve plansız duruşlarının düşük olması,
- Kalite hatalarının düşük olması,
- Verimliliğinin yüksek olması gibi nedenlerle maliyetlerinde önemli oranlarda tasarruf sağlayacaktır.

- Makina İmalatçıları İçin Enerji Tasarrufunun Önemi

Pnömötik sistemi iyi tasarlanmış makina imalatı yapan bir firma;

- Pnömötik devre tasarımının doğru yapılması
- Pnömötik elemanların doğru boyutlandırılması,
- Silindir, valf büyüklükleri, hortum çapı ve uzunluklarının doğru seçilmesi,
- Tüm makinanın hava tüketim miktarının analizinin yapılması gibi nedenlerle maliyetlerinde önemli oranlarda tasarruf sağlayacaktır.



SONUÇ

Pnömatik Sistemin Montajının Maliyete Etkisi

Verilen örneklerde olduğu gibi pnömatik sistemlerde enerji tasarrufu yapılabilecek daha birçok yerler vardır. Bunun sağlanması ancak bu teknolojinin iyi bilinmesi ve sürekli takibi ile olabilmektedir. Yeni teknolojiler tasarruf imkanlarını da beraberinde getirmektedir.

Diğer teknolojilerde de olduğu gibi pnömatik sistemlerde genelde en fazla tasarruf bir sistemin ya da bir makinanın yapım aşamasının başlangıcında sağlanmaktadır. Bunun anlamı sistemin tasarımı maliyete önemli oranda etki etmektedir. Bir adım sonrasında da yapılan tasarıma göre montajın da doğru yapılması maliyet içerisinde ikinci önemli etken olmaktadır.

Eğer montaj doğru yapılmazsa yapılan hatalara göre maliyet açısından birinci etken durumuna gelebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Werner Deppert, Kurt Stoll, "Pnömatik Kumandalar", Vögel yayınları, Würzburg-Almanya, 1994
- [2] Stefan Hesse, "Compressed air as an energy carrier", Hesse yayınları, Eslingen-Almanya 2002
- [3] Sven Lendsdorf, "Festo Energy saving service" Festo AG, Eğitim dökümanları Eslingen-Almanya 2004
- [4] Festo AG, "Pnömatik ürün kataloğu", Eslingen-Almanya 2005

ÖZGEÇMİŞ

Enver ÇATAK

1967 Yılı Kayseri doğumludur. 1990 yılında Ankara Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina bölümünden mezun olmuştur. Festo sanayi ve Ticaret AŞ 'de otomotiv sektör müdürü olarak çalışmaktadır.