



PNÖMATİK MODÜLER SİSTEM ÇÖZÜMLERİ

Bülent ÖZDEK

ÖZET

Günümüzde, üretici firmalar ile kullanıcı firmalar arasındaki kuvvetli işbirliği ilişkileri, gelişmiş çözümlere dayanmaktadır. Kullanıcı firmalar, tedarikçilerini sadece yan sanayi olarak gören ve sadece yan ürün temin etmekle sınırlı çalışmalardan daha ileri giderek, tedarikçilerini bir iş ortağı olmaya zorlamaktadır. Bu sebeplerle de, sadece komponent bazında olmayan çözüm paketleri ve modüler alt sistemler ön plana çıkmaktadır. Makalede, pnömatik ekipmanların mekanik ve elektronik entegrasyonundan oluşan modüler alt sistem çözümleri incelenerek, taşıma teknolojisine yönelik olarak seçim kriterleri üzerine bilgiler verilecektir.

ABSTRACT

The strong cooperation observed today between manufacturing companies and application-oriented companies is based on solution development. Application-oriented companies no longer regard the supplying industry merely as providers of goods and services. Increasingly suppliers find themselves in the role of compulsory business partners. For this reason, solution packages exceeding the single component approach, and modular sub-systems are gaining in importance. In this study, integrated modular sub-system solutions assembled from pneumatic equipment and mechanic and electronic components will be examined, and selection criteria for the transportation technology proposed.

GİRİŞ

Pnömatik, sahadaki uygulamacılar tarafından uygulaması kolay basit yapısı ile bilinir ve tercih edilir. Fabrikalarda veya üretim alanlarında, mevcut sisteme ek bir pnömatik alt sistem gerektiğinde bunun için mekanik yapıya uygun bir pnömatik silindir, bu silindire kumanda edecek yön valfi ve diğer bir kaç ekipman ile bu iş çok kısa sürede ve kolaylıkla uygulanabilir. Fakat küresel rekabet koşulları ve kalite, zaman, maliyet üçlemesinde etkileri ile, tüketiciler artık üreticilerden yalın pnömatik elemanlarla birlikte, daha karmaşık işlevler entegre edilmiş ürünlerde talep ediyorlar.

Bahsedilen bu karmaşık yapılar basit yapıdan karmaşığa doğru sıralama gerekirse; ürünler, modüler alt sistemler, çözüm paketleri ve çalışmaya hazır paket sistemler olabilir. Kısaca avantajlarından bahsederek, tüketicilerin üründen sisteme doğru giden yapıları neden tercih ettiğini daha iyi anlayabiliriz;

- 1- Ürün : Kalite ve güvenilirlik ön plandadır.
- 2- Modüler alt sistemler : Kalite, güvenilirlik, esneklik ve çeşitlilik ön plandadır.
- 3- Çözüm paketleri : Kalite, güvenilirlik, esneklik, çeşitlilik, emniyet ve kolay sipariş edebilme imkanı vardır.
- 4- Hazır paket sistemler: Kalite, güvenilirlik, esneklik, çeşitlilik, emniyet, kolay sipariş edebilme, düşük maliyet ve garanti avantajları vardır.

Ayrıca, üründen sisteme doğru değişen taleplerden bahsederken, mekatroniğin bu gelişime olan pozitif etkilerinden söz etmekde yerinde olur. Yaklaşık olarak bir on yıl önce işletmelerdeki bakım ekiplerinde pnömatik silindirler, mekanik bakım ekibinin sorumluluğunda , buna karşılık silindir üzerindeki manyetik sensörler ve bu silindire kumanda eden yön valfleri elektrik-elektronik bakım ekibinin sorumluluğunda idi. Bir arıza durumunda sıra ile bu iki grup ayrı ayrı veya aynı anda arızaya müdahale etmeye çalışırdı. Bu arada ise arızanın hangi ekibin sorumluluğunda olduğu sık sık tartışma konusu olabilirdi. Günümüzde mekatronik kavramının bir çok işletmeye yerleşmesi ve mekatronikçilerin işletmelerde aktif görevler alması ile bu durum daha basite indirgendi. Artık, teknik adamlar uzmanlığı paralelindeki diğer konularada (mekanik ve elektronik+pnömatik+hidrolik) hakim olarak problemin çözümünde yeterli hale geldi.

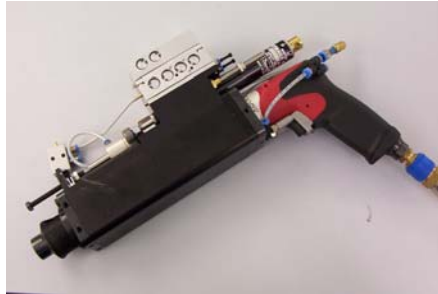
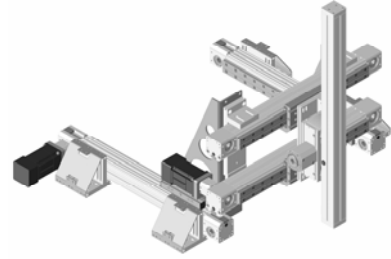
Devamında ise, mekatronikçilerin ürün talepleri; mekanik ve elektroniği birleştiren ürünler, (silindir valf ve sensör kombinasyonları, şekil 1), modüler alt sistemler, (2 eksen taşıma üniteleri, şekil 2), çözüm paketleri, (müşteriye özel çözüm paketi, şekil 3) ve hazır paket sistemler (3 eksenli taşıma ünitesi şekil 4) şekline dönüştü.



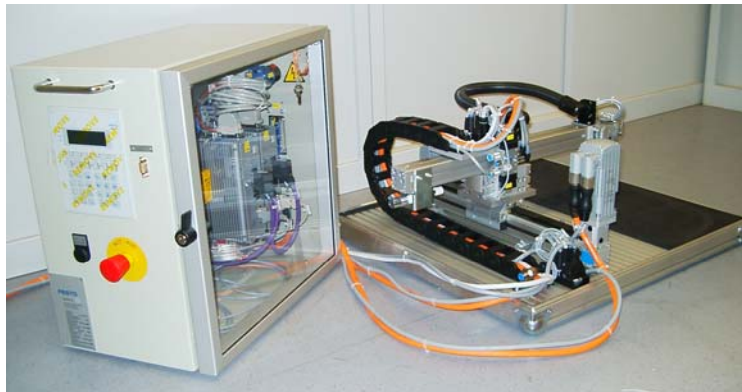
Şekil 1. Silindir valf ve sensör kombinasyonu



Şekil 2. İki eksen taşıma üniteleri



Şekil 3. Özel çözüm paketi



Şekil 4. 3 eksenli taşıma ünitesi



Bu ana başlıklar ile birlikte pazardaki ürün çeşitliğindeki artışlar, uygulama sürelerindeki düşüşler, teslim sürelerinin kısalığı, pazardaki rekabet artışı, üreticilerde üretimlerinde standartlaşmaya zorlamaktadır. Bu standartlaşmalar genellikle hazır modüler alt sistemler şeklinde tüketiciye sunulmaktadır.

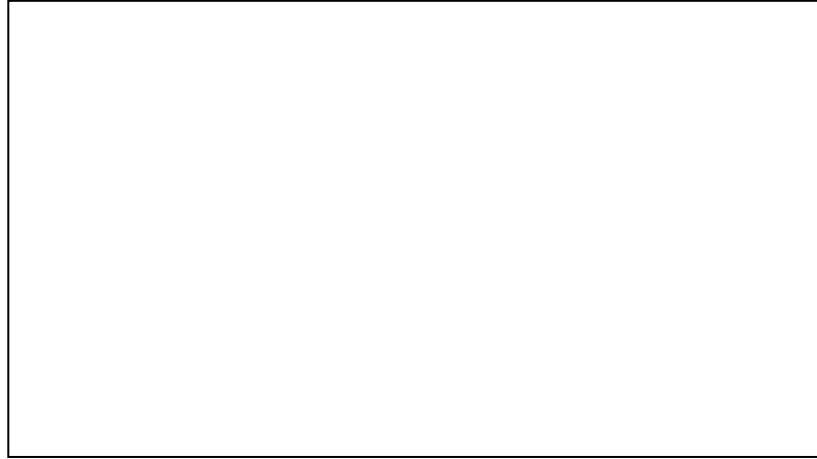
TAŞIMA VE MONTAJ TEKNOLOJİSİNDE MODÜLER PNÖMATİK ÇÖZÜMLER

Modüler pnömatik çözümler söz konusu olunca, firmalar için özel modüler çözümler (katalog ürünü olmayan) ve standartlaştırmış oldukları (katalog ürünü) modüler alt sistemlerden bahsedilebilir.

Özel çözümleri, çeşitlilikleri sebebi tam olarak gruplama tanımlama olanağı sınırlıdır. Hemen her sektörde müşteri taleplerine göre çeşitlenerek, müşteriye özel üretimler gerçekleştirilebilir. Bu nedenle katalog ürünü olarak müşteri taleplerine sunulmazlar.

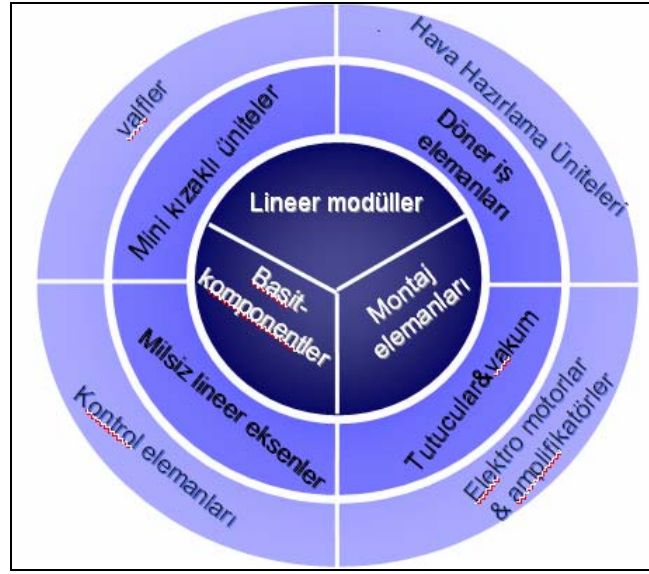
Özel olmayan modüler alt sistemler ise günümüzde firmaların kendi içlerinde standartlaştırmaya başladıkları sistemlerdir. Firmalar arasında ise şekil ve fonksiyon itibarı ile birbirlerine benzerlik gösterirler. Bu modülleri daha çok taşıma ve montaj teknolojisinde sıklıkla görebiliriz.

Taşıma ve montaj teknolojisinde ise yapılmak istenen hareketler, biyolojik sistemlerin örneğin insanın hareketleri veya insan elinin yapmış olduğu hareketlerdir (Şekil 5). Fakat söz konusu hareketleri aynı mükemmellikte gerçekleştirebilmek, yüksek teknoloji gerektiren robot teknolojisi ile mümkündür. İşletmelerde taşıma ve montaj gereken her noktaya ise birer robot koymak oldukça maliyetli bir çözümdür. Bu çözümün alternatifleri ise bir veya birkaç modül ile sınırlı, fakat istenen hareketleri yerine getirecek modüllerdir.



Şekil 5. Biyolojik sistemin modüler sisteme uygulanması

Modüler yapıları sayesinde bir tutucu, bir mini kızaklı üniteye bağlanarak bir dikey hareket ve bir yatay lineer üniteye bağlanarak basit iki eksenli bir ünite yapmak mümkündür. Daha farklı kombinasyonlarda üretmek mümkündür. Ayrıca bu kombinasyonları aynı sistemde kullanarak, üretim bantları gibi kompleks yapıları da oluşturmak mümkündür. Oluşturulabilecek başlıca kombinasyonların komponentlere göre yapılanmaları, aşağıdaki grafikte tanımlanabilir. (Grafik 1)

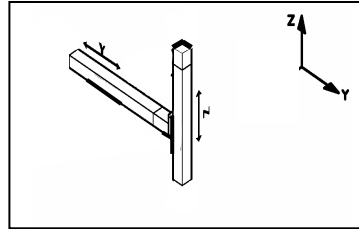


Grafik 1. Kombinasyonların komponentlere göre yapılanması

TAŞIMA VE MONTAJ TEKNOLOJİSİNDE BAŞLICA MODÜLER ALT SİSTEM TİPLERİ

Ekipmanların birbirleri ile kombinasyonlarına göre standartlaşmış alt modül tipleri öncelikle fiziksel özelliklerine göre ayrımlanabilir. Bunlar:

1-Basit alma bırakma üniteleri

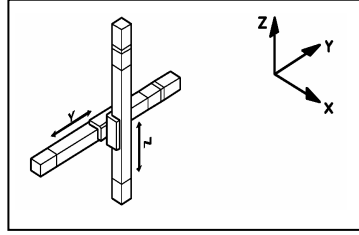


Şekil 6a. Basit alma ünitesi

Tahrik şekli	Pnömatik
Max. iş parçası ağırlığı	0-5 kg
Max. çalışma ağırlığı	0-15 kg
Y Eks. max. strok	0-400 mm
Z Eks. max. strok	0-400 mm



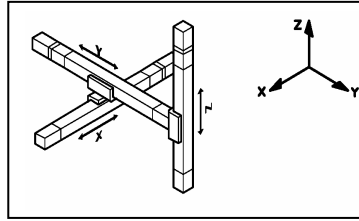
2-Linear köprü tip üniteler



Şekil 6b. Lineer köprü

Tahrik şekli	Pnömatik ve/veya elektrik
Max.iş parçası ağırlığı	0-5 kg
Max. çalışma ağırlığı	2-15 kg
Y Eks. max. strok	0-3000 mm
Z Eks. max. strok	0-400 mm

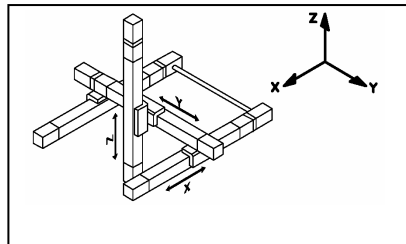
3- Üç boyutlu kol tipi üniteler (Boom axes) (şekil 6.c)



Şekil 6.c. Üç boyutlu kol tipi ünite

Tahrik şekli	Pnömatik ve/veya elektrik
Max.iş parçası ağırlığı	0-2 kg
Max. çalışma ağırlığı	0-6 kg
X Eks. max. strok	0-3000 mm
Y Eks. max. strok	0-3000 mm
Z Eks. max. strok	0-200 mm

4- Uzaysal üç boyutlu köprülü dizayn üniteler (3d Gantry) (şekil 6.d)



Şekil 6.d. Üç boyutluköprülü tasarım ünite

Tahrik şekli	Pnömatik ve/veya elektrik
Max.iş parçası ağırlığı	0-10 kg
Max. çalışma ağırlığı	0-30 kg
X Eks. max. strok	0-3000 mm
Y Eks. max. strok	0-3000 mm
Z Eks. max. strok	0-1000 mm



TAŞIMA TEKNOLOJİSİNDE ALT SİSTEM ÇÖZÜMLERİ İÇİN SEÇİM KRİTERLERİ

1. Hangi Dizayna İhtiyacım Var?

Yapılacak olan uygulama tipine göre eksen sayısına ve bu eksen sayısına uygun olan mekanik dizayna karar vermek gereklidir. Temel olarak 2 eksen veya 3 eksen hareket ihtiyacı belirlenir. Bu işlem yapılırken öncelikle işlem yörüngesi dikkate alınır.

2. Hangi Hassasiyete İhtiyacım Var?

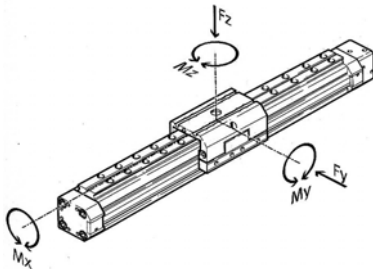
Yapılacak olan uygulamada, çalışacak olan eksenlerin ilk ve son konumlarındaki tekrarlamaya hassasiyeti yapılacak işlemin performansını etkileyebilir. Bu nedenle ilk ve son konum duruşlarında istenilen hassasiyeti her defasında sağlayacak ekipmanlar seçilerek bir ünite meydana getirilebilir. Ayrıca ilk ve son konum dışında bir ara konuma ihtiyaç var ise bu ara konumun pozisyon hassasiyetini bilmek gereklidir. Bu hassasiyet (repetition accuracy) detayları tahrik teknolojisine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tablo 1)

Tablo 1. Tahrik teknolojisine göre tekrarlamaya hassasiyeti

Tahrik teknolojisi ve lineer ünite	Tekrarlamaya hassasiyeti
Pnömatik ve mekanik dayamalı pnömatik silindir	0.02 mm
Servopnömatik ve ölçüm sistemli pnömatik lineer eksen	0.4 mm
Servomotor ve Trigger kayışlı lineer eksen	±0.1 mm
Servomotor ve Vidalı Milli lineer eksen	±0.02 mm

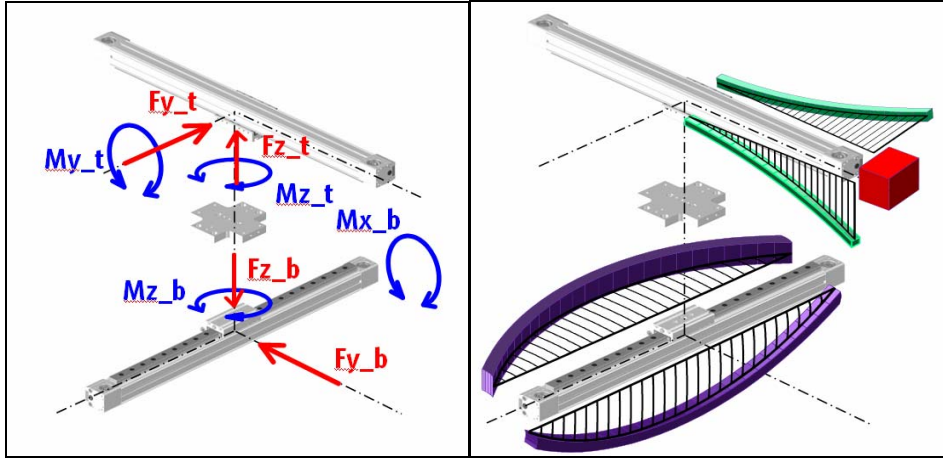
3. Taşınacak Olan Kütle Ne Kadar?

Sistemin taşıyacağı iş parçasının ağırlığı ve ölçülerini gözden geçirmek gereklidir. İş parçası ağırlığı ve eksenlerin kendi ağırlıklarından oluşan aksenal kuvvetler ve momentler (şekil 7) ürün için izin verilen kuvvet ve moment değerlerini aşamaz. Bu konuda öncelikle iş parçası ile birlikte direkt çalışacak eksen için öncelikle kuvvet ve moment değerleri saptanarak üretici firmanın beyan ettiği ekipman kuvvet ve moment limitlerini ne oranda kullandığı kontrol edilir. Bu işlem sırası ile iş parçası ve onu taşıyan lineer eksen bir iş parçasıymış gibi kabul edilerek diğer eksenlerde uygulanır. Böylece iş parçasından sistemin taşıyacağı yüke doğru bir yol izlenmiş olur (şekil 8).



$$\frac{F_y}{F_{y_{\max}}} + \frac{F_z}{F_{z_{\max}}} + \frac{M_x}{M_{x_{\max}}} + \frac{M_y}{M_{y_{\max}}} + \frac{M_z}{M_{z_{\max}}} \leq 1$$

Şekil 7. Aksenal kuvvetler ve momentler



Şekil 8. İş parçası gelen kuvvet ve momentler

4. Hangi Hızda Ve Hangi Mesafelere?

İhtiyaç duyulan çevrim sürelerine göre sistemden istenen hızlar hesaplanmalıdır. İstlenen hızlara göre tahrik teknolojilerine karar verilmelidir.(Tablo 2) Burada sistemi oluşturan her bir eksenin yüke bağlı olarak hız ve çevrim süresi grafiklerinden faydalanılabilir.Fakat mevcut hızlara çıkabilecek sistemler tasarlanırken kütle ile birlikte atalet momentleride göz ardı edilmemelidir.Çünkü yüksek hızlara çıkmış bir kütlein enerjisini absorbe ederek durduracak özel sistemlere ihtiyaç duyulabilir. Eğer bu enerji absorbe edilemeden her çevrimde bir darbe ile açığa çıkacak olursa sistemin ömrü üzerine kısaltıcı bir etkisi olacaktır.Ayrıca üretim metodlarına göre, kullanılması muhtemel lineer ünitelerin üretilebilen max. strokları aşılmamalıdır.

Tablo 2. Tahrik teknolojisine göre uygulanabilir maksimum hız

Tahrik teknolojisi ve lineer ünite	Uygulanabilir max. hız
Pnömatik ve mekanik dayamalı pnömatik silindir	2 m/sn
Servopnömatik ve ölçüm sistemli pnömatik lineer eksen	4 m/sn
Servomotor ve Trigger kayışlı lineer eksen	10 m/sn
Servomotor ve Vidalı Milli lineer eksen	1,2 m/sn

Not: Tabloda verilen bu değerler sözkonusu teknolojinin max hız değeri değildir.Verilen değerler endüstriyel ortamda sıklıkla görülen uygulama değerleri üzerinden verilmiştir.

5. Sistem Maliyeti Ne Kadar?

Yapılacak iş ve bu iş için ihtiyaç duyulan sistemin fayda/maliyet oranına göre, fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.



- 6. Ayrıca ;** Sıcaklık,
Vibrasyon
Ortamdaki aşındırıcı etkenler
Patlayıcı ortam tehlikesi
Branş (gıda, ilaç vb...)
Kaynak ortamı gibi kriterlerde gözden geçirilmelidir.

ÜRETİM PERSPEKTİFİ AÇISINDAN MODÜLER ALT SİSTEMLERİN KULLANICILARA SAĞLADIĞI FAYDALAR:

- Yüksek hızlı ekipmanlar sayesinde üretim çevrim sürelerindeki düşüş ile üretimi artırır.
- Yüksek hassasiyetli sistemler ile ürün kalitesini artırır.
- Sistemi kurma aşamasında modüler dizayn sayesinde zaman kazancı sağlar.
- Birlikte çalışması test edilmiş ve onaylanmış olan elemanlardan kurulmuş alt sistemler ile sistem güvenilirliğini ve ulaşılabilirliğini yükseltir.
- Kullanıcıya, üretici firma desteği sağlar.

FİNANSAL PERSPEKTİF AÇISINDAN MODÜLER ALT SİSTEMLERİN KULLANICILARA SAĞLADIĞI FAYDALAR:

- Kolay ulaşılabilirlik sayesinde maliyetleri düşürür.
- Yüksek hassasiyet ile hatalı üretim oranını azaltarak, maliyetleri düşürür.
- Modülerlik sayesinde devreye alma maliyetlerini düşürür.
- Çalışma esnekliği ile uzun vadede işçi maliyetlerini düşürür.
- Yüksek güvenilirlik ile bakım maliyetlerini düşürür.

SONUÇ

Mekatronik biliminin ve pazar koşullarının sunmuş olduğu modüler alt sistem modülleri, mevcut kriterlere göre doğru projelendirilmiş iseler, üretim açısından üretim artışı ve finansal açıdan maliyet düşümü ile sonuçlanan yatırımlara dönüşmektedirler.

KAYNAKLAR

- [1] HESSE S., "Handling Teknolojisi ile Verimlilik Artırımı", Festo San. Ve Tic. A.Ş. 2003
- [2] VOGEL G., MÜHLBERGER E., "Pnömatiğin Büyüleyici Dünyası", Festo San. Ve Tic. A.Ş. 2003
- [3] THAMM D., PETER L., BEIER M., Why is Festo so successful in the handling segment, FIS, Edition 104, 2003

ÖZGEÇMİŞ

Bülent ÖZDEK

1970 yılı Ankara doğumludur. 1994 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 1994-1998 yılları arasında Hidrolik ve Pnömatik konusunda iki ayrı firmada çalıştıktan sonra 1998 yılında askerlik görevini tamamlamıştır. Askerlik görevinin bitiminde 1999 yılında Festo A.Ş. deki görevine başlamıştır. Festo A.Ş. firmasında sırası ile Teknik Danışman, Key Account görevlerinde bulunmuş ve halen Bölge Müdürlüğü görevini sürdürmektedir.