

PNÖMATİK SİLİNDİR TİPLERİ VE ÖZEL PNÖMATİK SİLİNDİRLERDE UYGULAMA ALANLARI (ÖN YATAKLI SİLİNDİRLER)

Mustafa DAĞDELEN

ÖZET

Pnömatik silindirler, otomotiv, makine imalatı, tekstil, gıda, deri, ambalaj vb. sektörlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Standart ürünler, bazı özel uygulamalarda istenen performansı vermemektedirler, özellikle burkulma ve yanal yükler pnömatik silindirlerin boğaz ve iç yataklama kısmında zamanla deformasyona sebep olup kullanım ömrünü azaltmaktadır. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için silindirlere harici yataklamalar yapılmaktadır. Yataklı silindirler ve ön yataklı silindirler, özellikle kullanım alanının dar olduğu ve estetik olarak görünümün ön planda olduğu tasarımlar için hazırlanmıştır. Bu çalışmada standart pnömatik silindirler, ön yataklı, kendinden yataklı ve fonksiyonel pnömatik silindirlerin özellikleri incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Pnömatik silindir, yataklı silindirler

ABSTRACT

Pneumatic cylinders are used in automotive, machine production, textile, food, leather and packaging industries alike. Standart products can't be used in some special applications. Especially buckling and lateral loads deforms rod and piston seals of pneumatic cylinders in time and shortens the life of it. To avoid this problem we must use external guide system. Guided cylinders and front guided cylinders are used in small ares and special applications that requires compact types. In this article we will issue, standart pneumatic cylinders, front guided cylinders, guided cylinders and special pneumatic cylinders.

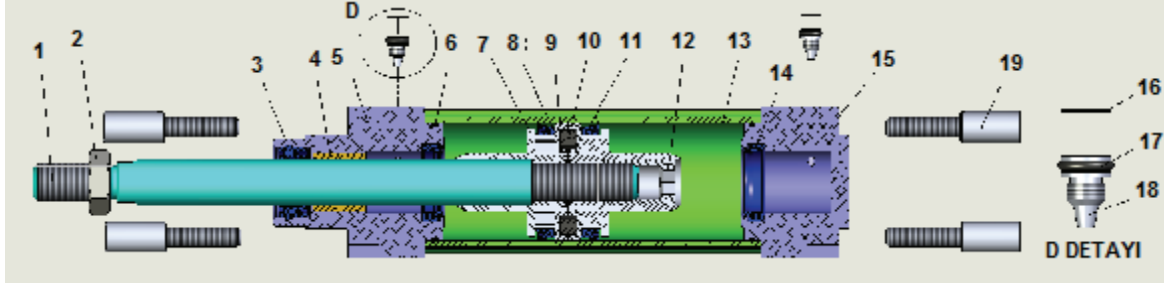
Key Words: Pneumatic cylinders, guided cylinders.

1. GİRİŞ

Günümüzde, maliyetlerin artması, rekabet ortamının çok çetin olması üretim yapan firmaları otomasyon sistemlerine doğru itmektedir. Otomasyon sistemlerine hareket veren sistemlerden biri de pnömatik sistem, pnömatik sistemlerde doğrusal hareketi sağlayan elemanlar ise pnömatik silindirlerdir.

Pnömatik silindirler, makine imalatı, otomotiv, gıda, deri, tekstil gibi sanayinin her alanında itme, çekme, kaldırma ve tutma gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bazı uygulamalarda pnömatik silindirler doğrusal yüklerin dışında radyal yüklerle de maruz kalabilirler. Bu radyal yükler, zamanla boğazdan kaçırma, boru içinin çizilmesi gibi olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırabilmek için silindirlere harici yataklamalar yapmak gerekir veya kendi bünyesinde yataklama bulunduran silindirler seçilmelidir.

2. STANDART BİR PNÖMATİK SİLİNDİRİN İÇ YAPISI

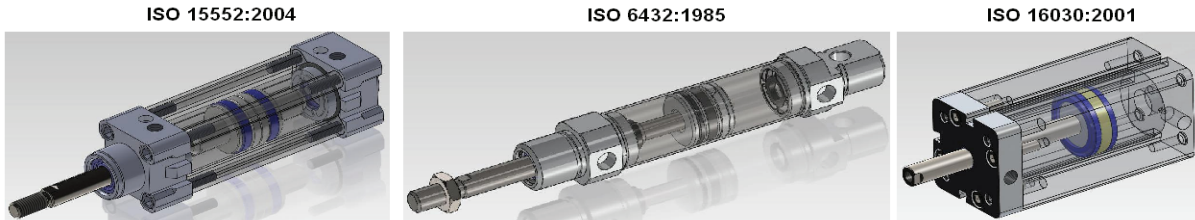


Şekil 1. ISO 15552:2004 Profil Gövdeli Silindirin İç Yapısı

Tablo 1. ISO 15552:2004 Normunda Pnömatik Silindirde Bulunan Malzemeler [1]:

1- Silindir Mili	5- Ön Kapak	9- Yatak. halkası	13- Silindir Borusu	17- Yast. O-ringi
2- Mil Somunu	6- Kapak O-ring	10- Manyetik halka	14- Yast. Keçesi	18- Yast. Civatası
3- Boğaz Keçesi	7- Piston	11- Piston Keçesi	15- Arka Kapak	19- Kapak Civatası
4-Yataklama Burcu	8- Piston Keçesi	12- P.Mil Somunu	16- Yast. Pulu	

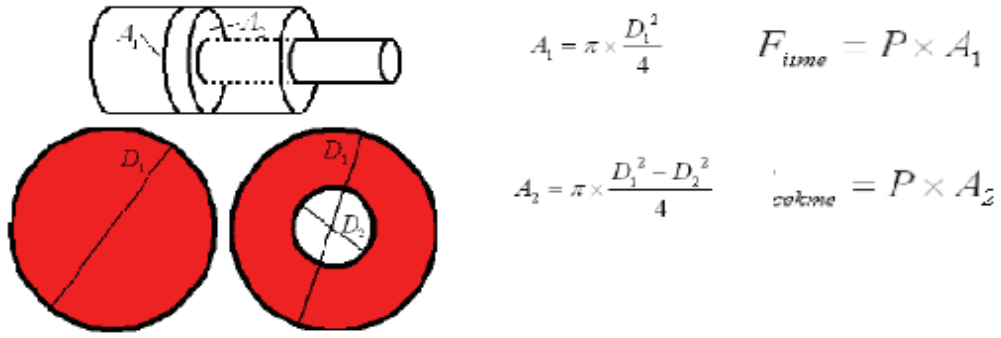
Üretilen makinelerde pnömatik silindir kullanımının yaygınlaşması sonucu pnömatik silindirlerde, fonksiyonel açıdan sağlıklı sonuçlar veren tasarımlar yapma ve tamir bakım gibi işlemlerde kullanıcının kolayca ulaşabilmesi amacıyla bazı standartlar geliştirilmiştir. Profil gövde, kalem tipi, kompakt tip gibi bazı ürünler için en yaygın kullanılan standartlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 1). Avrupa bölgesinde yaygın olarak ISO standartları bunun yanında VDMA, CETOP gibi standartlar da mevcuttur. Japonya da JIS ve Kuzey Amerika bölgesinin NFPA ya göre standartlar mevcuttur.



Şekil 2. ISO Normundaki Bazı Silindir Tipleri

3. PNÖMATİK SİLİNDİRLERDE TEORİK KUVVET HESABI

Pnömatik silindirlerde itme ve çekme kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanabilir. İtme yönünde oluşan kuvvet, çekme yönünde oluşan kuvvete göre daha fazladır. Bunun sebebi; çekme yönünde basınçlı havanın uygulandığı alanın mil sebebiyle daha küçük olmasıdır.



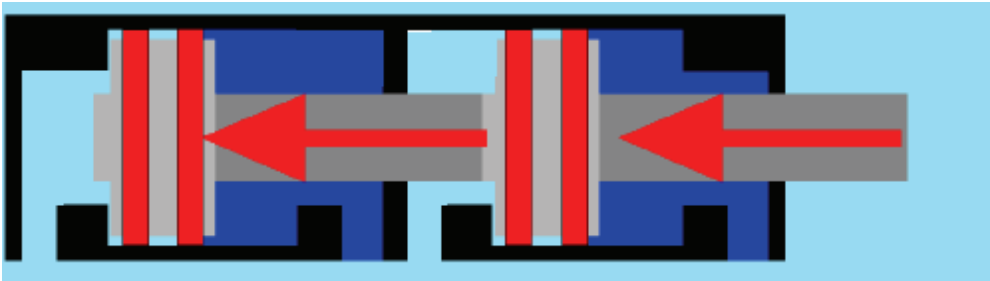
Şekil 3. Teorik Kuvvet Hesabı

4. FONKSİYONEL PNÖMATİK SİLİNDİRLER

Pnömatik sistemlerde bazı uygulamalarda standart pnömatik silindirler cevap veremezler. Böyle durumlarda, işin ve mekanik konstrüksiyonun izin verdiği ölçülerde özel silindirler kullanılabilir. Bu özel silindirler, standart silindirlerin ekipmanları kullanılarak yapılabildiği gibi tamamen özel imalatta olabilirler.

4.1. Tandem Silindirler

Bazı pnömatik uygulamalarda, aynı çaptaki silindirden daha fazla güç istendiğinde tandem silindirler kullanılır. Tandem silindirler, aynı çaptaki tek silindirden yaklaşık 2 kat fazla kuvvet uygular. Dar alanlarda daha fazla kuvvet istendiğinde sıklıkla başvurulan silindirlerdir.



Şekil 4. Tandem Silindir

4.2. Çift Milli Silindirler

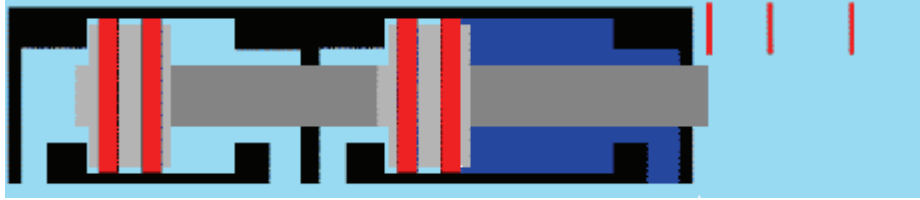
Bu tip pnömatik silindirler, pnömatik silindirinin iki yöndeki hareketinden de iş elde etmek için kullanılır. Her iki yönde de mil olduğu için uyguladığı itme kuvveti, standart silindirinin itme kuvvetinden azdır. Bazı uygulamalarda ikinci mil konumlama için de kullanılabilir.



Şekil 5. Çift Milli Silindir

4.3. Pozisyoner Silindirler

Pnömatik silindirlerde, orta konumlarda durdurmak havanın sıkışabilir olmasından dolayı çok net olmamaktadır. Bununla birlikte bazı uygulamalarda pnömatik silindirlerden bu hassasiyet beklenmektedir. Pozisyoner silindir birbirinden bağımsız iki silindir mili ve bir ara parçayla birleştirilmiş iki gövdeden oluşmaktadır. Ara parçanın yeri gideceğimiz ilk stroku belirler.



Şekil 6. Pozisyoner Silindir

4.4. Milsiz Silindir



Şekil 7. Milsiz Silindir

Standart pnömatik silindirlerde silindirin kursu kadar birde ölü boyu vardır. Bazı uygulamada makine konstrüksiyonu silindir montajı için bize çok geniş alanlar vermeyebilir, bu gibi uygulamalarda milsiz silindirler en uygun çözümdür. Ayrıca lineer hareket elemanlarının yerine kullanıldığında ekonomik çözümler sağlayabilir.

5. PNÖMATİK SİLİNDİRLERDE ARIZALAR

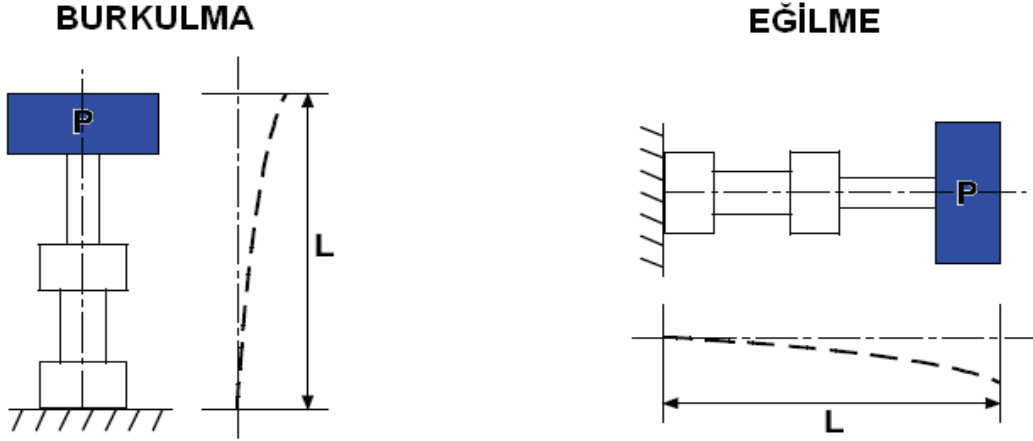
Pnömatik silindirler, boru, mil, kapak, yataklamalar, keçe taşıyıcı ve keçe guruplarından oluşmaktadır. Arızalar bu elemanların herhangi birinde oluşan deformasyon nedeniyle gerçekleşmektedir.

Uzun süreli çalışan silindirlerde görülen arızalar sıklıkla aşınmadan dolayı oluşan keçe yıpranmalarıdır. Bu arıza tipi toplam arızaların %25'ini kapsar. Mekanik darbelerden çarpmalardan dolayı oluşan hatalar ise %12'lik paya sahiptir ve bu arızaların genellikle tamiri olmamaktadır. Karşılaşılan en büyük arıza tipi ise %63'lük oranla, kasıtlı çalışmadan dolayı oluşan boğaz keçesi yıpranmaları, yataklama ve boru çizikleri yer almaktadır [2]. Boğaz keçesindeki deformasyon sonucu silindirin mili tarafında çekme kuvveti düşerken, boğaz kısmından hava kaçakları meydana gelmektedir.

Kasıtlı çalışmanın başlıca sebepleri, düzgün yataklama yapılmaması ya da pnömatik silindirin uygun pozisyonlarda kullanılmamasıdır. Kasıtlı çalışmaya sebebiyet veren başlıca iki durum mevcuttur eğilme ve burkulma.

6. PNÖMATİK SİLİNDİRLERDE EĞİLME VE BURKULMA

Silindir milinin çalışma doğrultusunda gelen kuvvetler Burkulmaya, silindir milinin çalışma yönüne dik olarak gelen kuvvetler eğilmeye sebep olurlar.

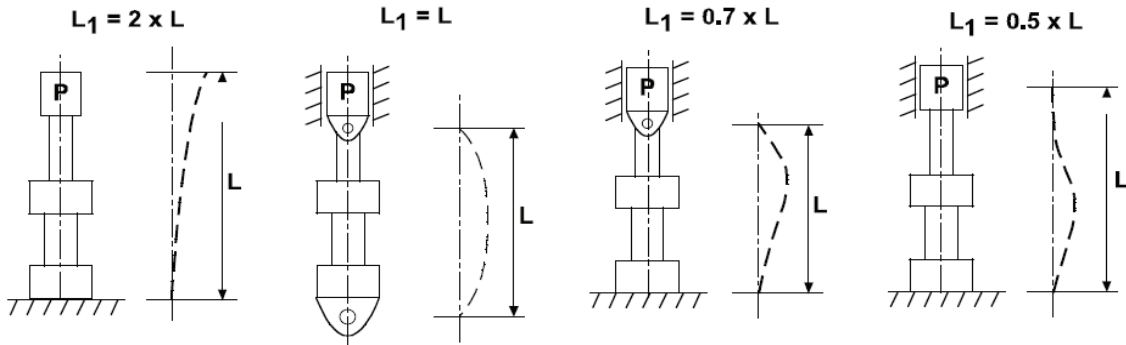


Şekil 8. Burkulma ve Eğilme

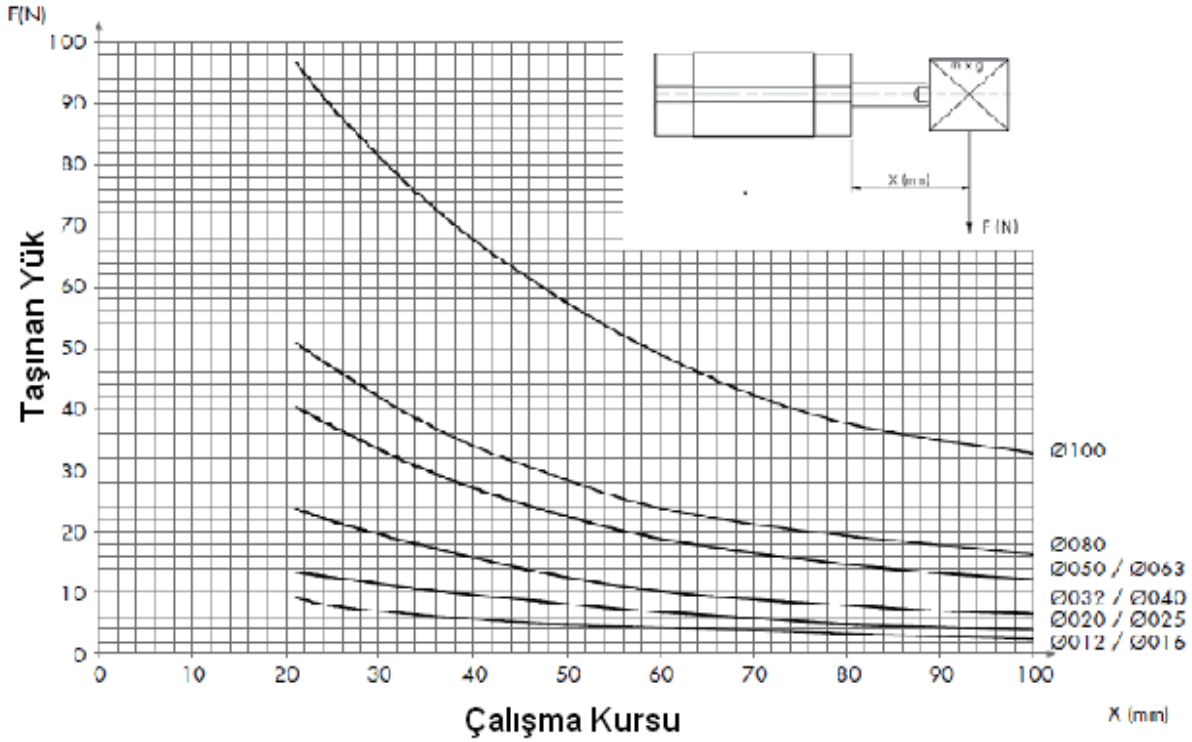
Bir silindirde burkulma için yataklama gerekip gerekmediğini anlamak için Euler Formülünden (1) faydalanırız[3];

$$F_b = \frac{\pi \times E \times J}{L_1^2 \times S} \quad (1)$$

F_b = Uygulanan Kuvvet, yük (kg)
 E = Elastisite Modülü - Çelik için = 2.1×10^6 kg / cm²
 J = Atalet Momenti - Yuvarlak mil için = $0.0491 \times d^4$ (cm⁴)
 S = Emniyet Katsayısı (2.5 ~ 3.5)
 L_1 = Eşdeğer Burkulma Boyu (cm)
 d = Mil Çapı (cm)



Şekil 9. Burkulma için Euler Formülü ve Eşdeğer Boy Hesabı



Grafik 1. Kompakt Silindirler İçin Eğilme Grafiği

Eğilme durumunda ise, üreticinin vermiş olduğu kataloglardaki grafikler, silindirin çalışma sınırlarını belirleyici en önemli kaynaklardır.

Pnömatik silindirlerde eğilme ve burkulmadan oluşabilecek olumsuzlukları engellemek amacıyla silindirle birlikte yataklama elemanları kullanılmalıdır. Bu yataklama sistemleri harici ya da dahili olabilir.

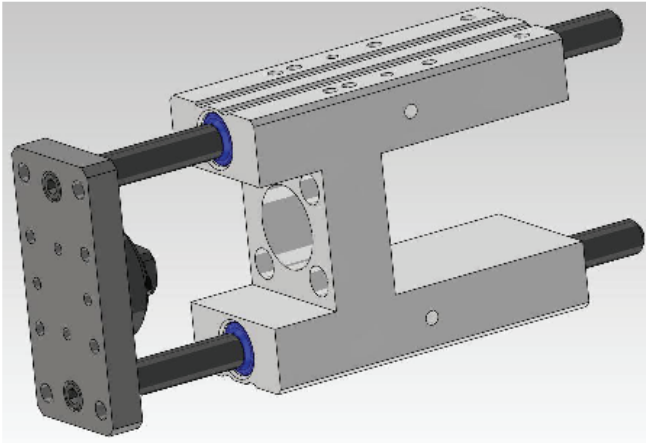
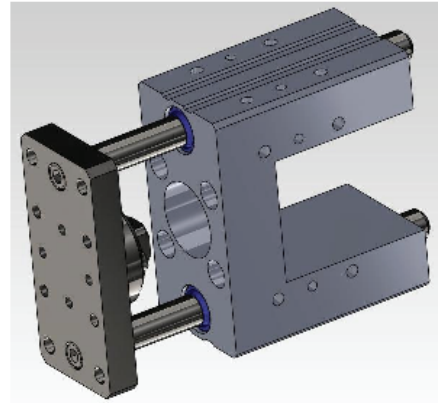
7. SİLİNDİR YATAKLAMALARI

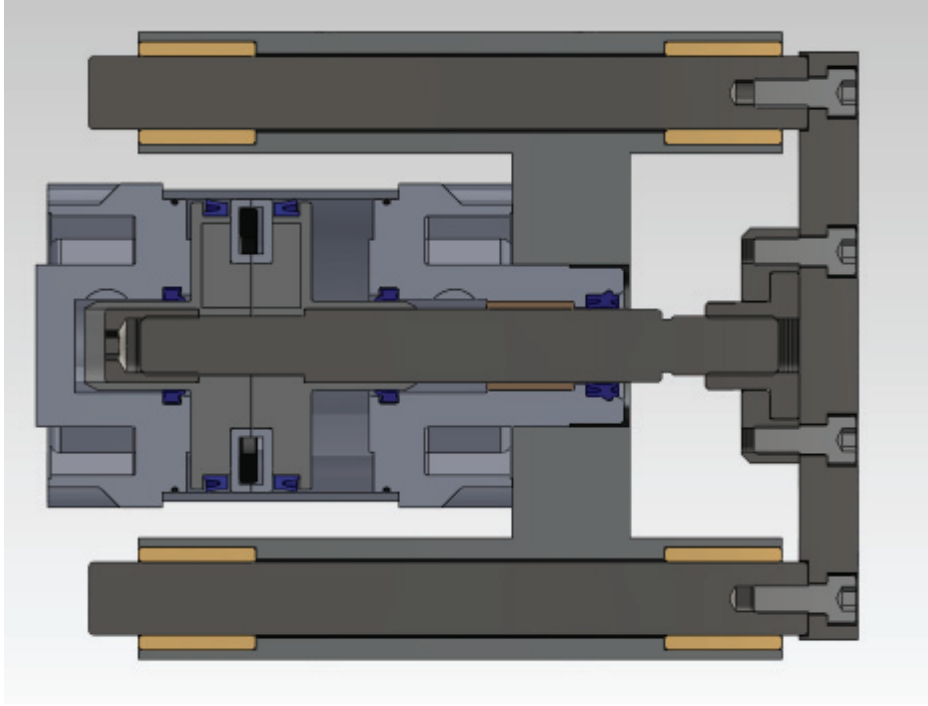
Silindirlerde eğilme ve burkulma gibi olumsuz durumlardan kurtulmak amacıyla yataklamalar kullanılmak zorundadır. Silindir yataklamaları, silindir milinin harici olarak klavuzlanmış millere bağlanmasıyla gerçekleştirilir.

Başlıca iki tip yataklama türü vardır. Rulmanlı tip yataklama elemanlarıyla daha düşük sürtünme ve daha hassas hareket elde edilir. Bushing olarak da adlandırılan yataklama elemanlarında çalışma hassasiyetleri rulmanlı tiplere göre daha düşükken sürtünme kayıpları da yüksektir. Rulmanlı tipler milin çalışma doğrultusuna dik olarak gelen kuvvetlerin olduğu sistemlerde tercih edilmez. Aksi takdirde sertleştirilmiş bilyalar krom kaplı mil üzerindeki krom tabakasını darbelerden dolayı çizerek sağlıksız bir çalışma çıktısı verecektir.

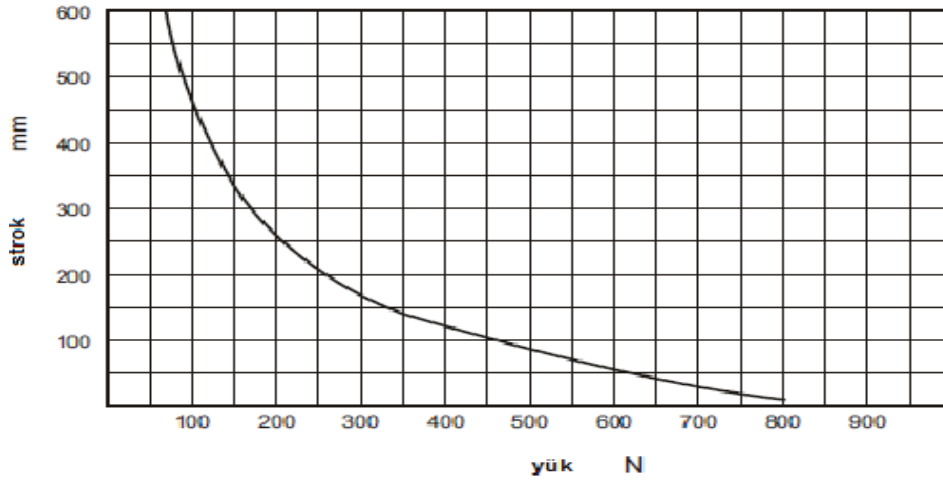
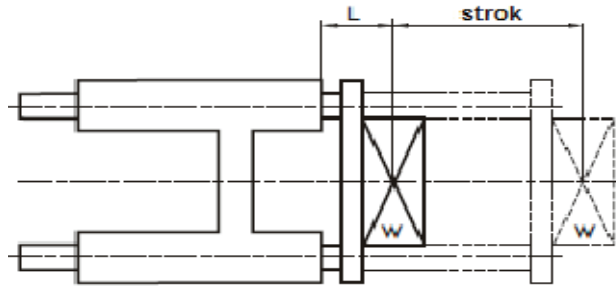
RULMANLI KLAVUZ**BURC KLAVUZ****Şekil 10.** Yataklama Çeşitleri**7.1. H ve U Tipi Yataklar**

Özellikle uzun stroklu silindirlerde bu tip yataklamalar tercih edilir. Şekillerinden ötürü bu ürünler :H ve U tipi yataklama olarak adlandırılır. Bu ürünler ISO standartlarındadır, ISO 15552 ve ISO 6432 normuna uygun silindirlerle kullanılırlar. Silindirde oluşan bir arızada sadece silindir değiştirilir ya da tamir edilir.

H Tipi Yataklama**U Tipi Yataklama****Şekil 11.** H ve U Tipi Yataklamalar



Şekil 12. H Yatak Kesit Resmi

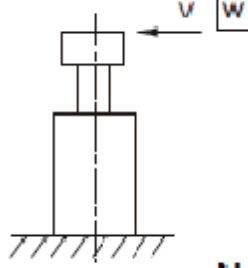


Grafik 2. Ø40 mm H Yatak İçin Stroğa Bağlı Taşıma Grafiği

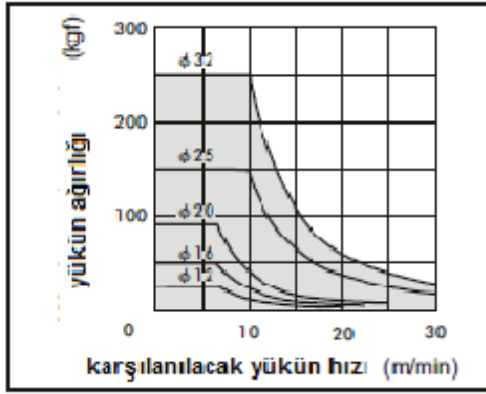
7.2. Kendinden Yataklı Silindirler

Yanal yüklere maruz kalan uygulamalarda H ve U tipi yataklamalar kullanıldığı gibi, yataklama grubunu kendi bünyesinde bulunduran silindirler de kullanılabilir. Bu silindirler daha kompakt yapıya sahip olduklarından makine konstrüksiyonlarında tasarımcılar için çok kullanışlı olmaktadır.

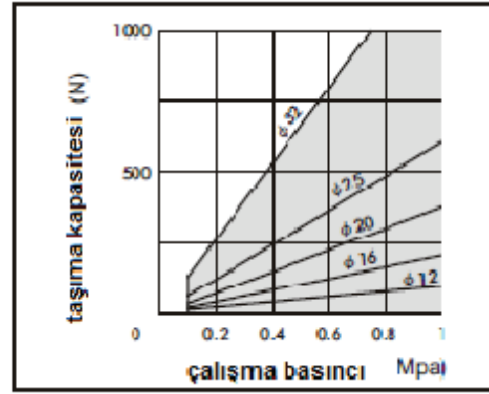
Kapasite Grafikleri



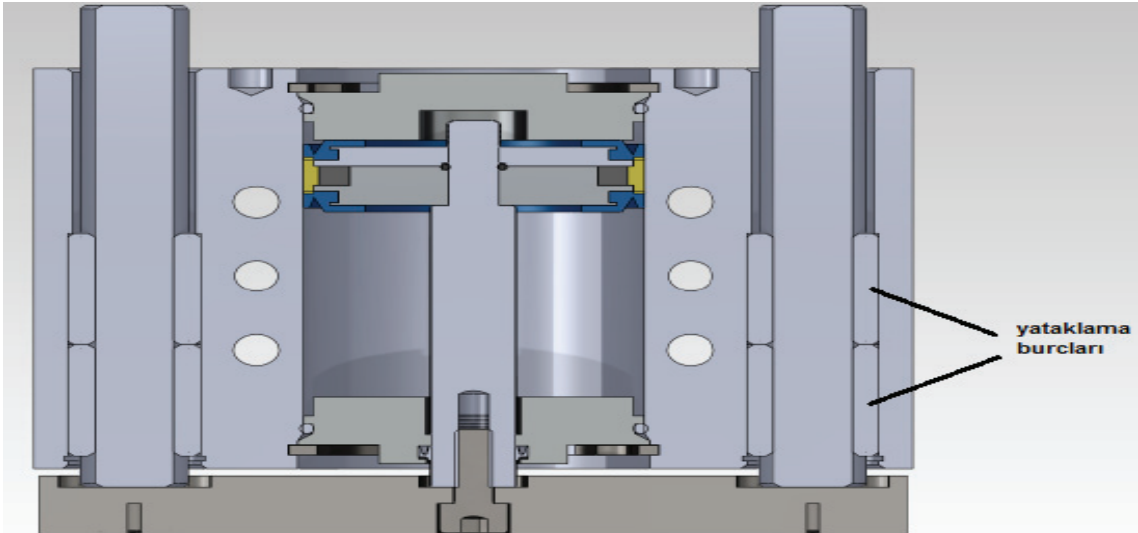
Durdurma Kapasitesi



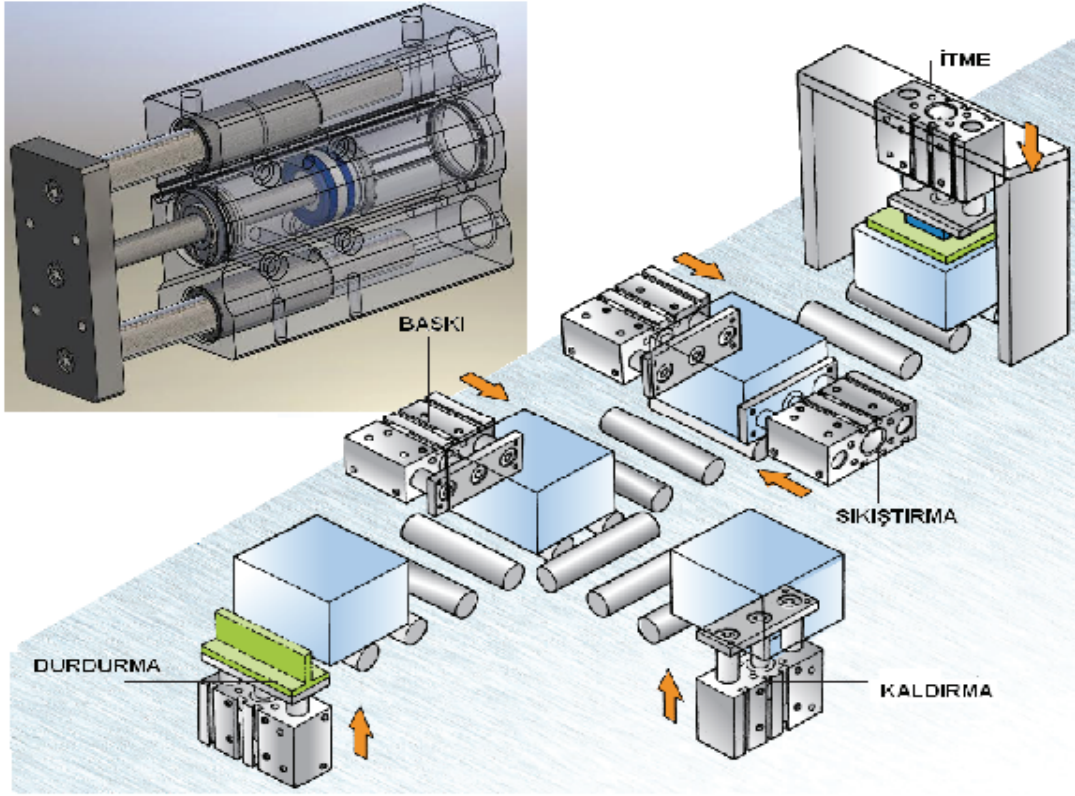
Normal Taşıma Kapasitesi



Grafik 3. Ø12-Ø32 Kendinden Yataklı Silindirlerin Kapasite Grafikleri



Şekil 13. Kendinden Yataklı Silindirin Kesit Resmi



Şekil 14. Kendinden Yataklı Silindirin Kullanım Alanı

8. ÖN YATAKLAMALI SİLİDİR

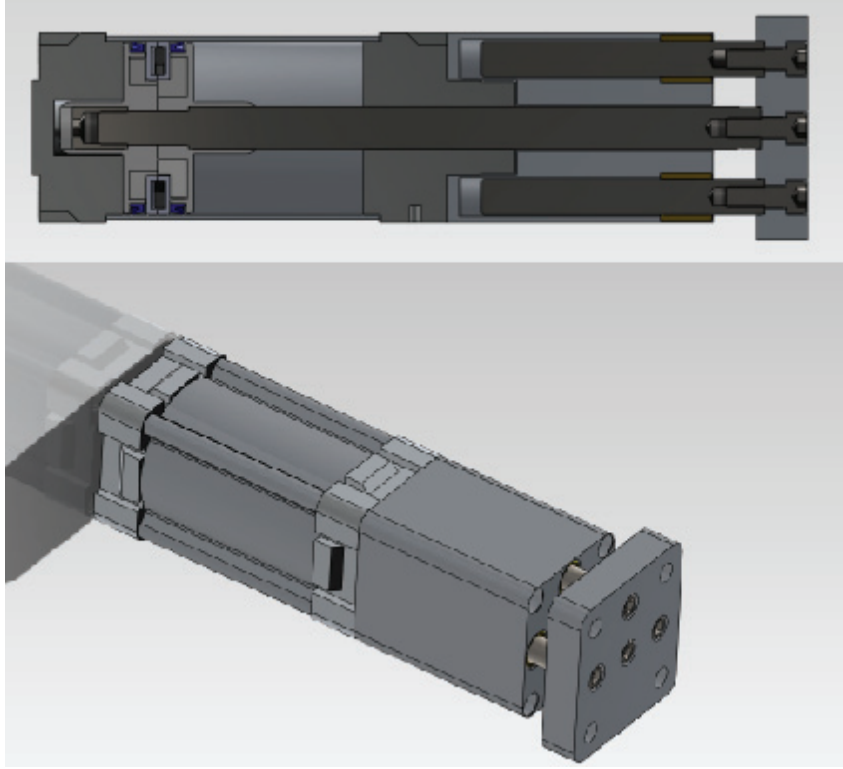
Günümüz rekabet şartlarında, maliyetleri azaltmak ve üretim miktarlarını arttırmak amacıyla firmalar, mümkün olduğunca standart, kolaylıkla bulunabilecek ürünlerin kullanımına gitmektedirler. Tamamen özel bir üretim görünümünde olan ön yataklamalı silindireler, aslında standart bir pnömatik silindirin mil tarafına gerekli yataklamanın ilave edilmesiyle meydana gelmiştir.



Şekil 15. Ön Yataklı Silindir

Klasik yataklamalı silindirelerde klavuz milleri silindirin yan kısmında olurken, bu üründe klavuzlama milleri silindirin mil tarafına eklenen yataklama kısmı içerisinde bulunur. Ayrıca yan yana birden fazla yataklamalı silindirin bağlandığı sistemlerde hacimden tasarruf sağlar. Bu üründe kullanılan 15552 standardındaki silindirelerin arıza ve bakım süreleriyle birlikte maliyetler en aza iner.

Bu tarz ürünlerin temel hedef, üretici firmaların imalat süreçlerini daha hızlı ve ekonomik olarak gerçekleştirmelerine katkı sağlamaktır.



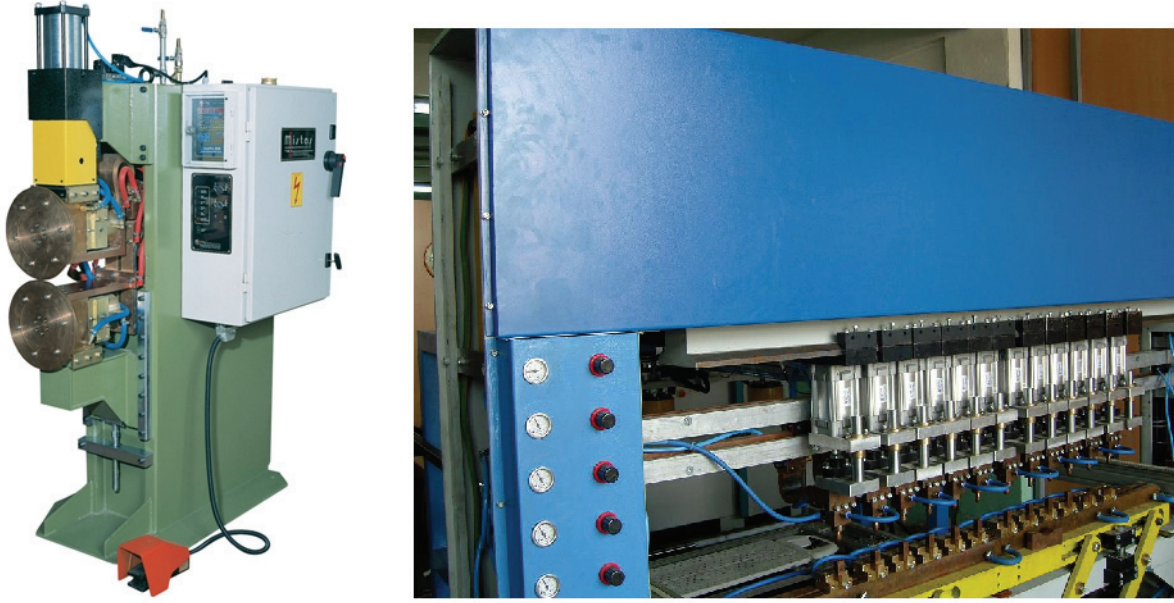
Şekil 16. Ön Yataklı Silindir ve Kesit Resmi

8.1. Ön Yataklamalı Silindirlerin Kullanım Alanları

Ön yataklamalı silindirler, diğer yataklı silindirlerin kullanıldığı yerlerde kullanılacağı gibi, daha dar alanlarda yataklama istendiğinde de kullanılabilir.

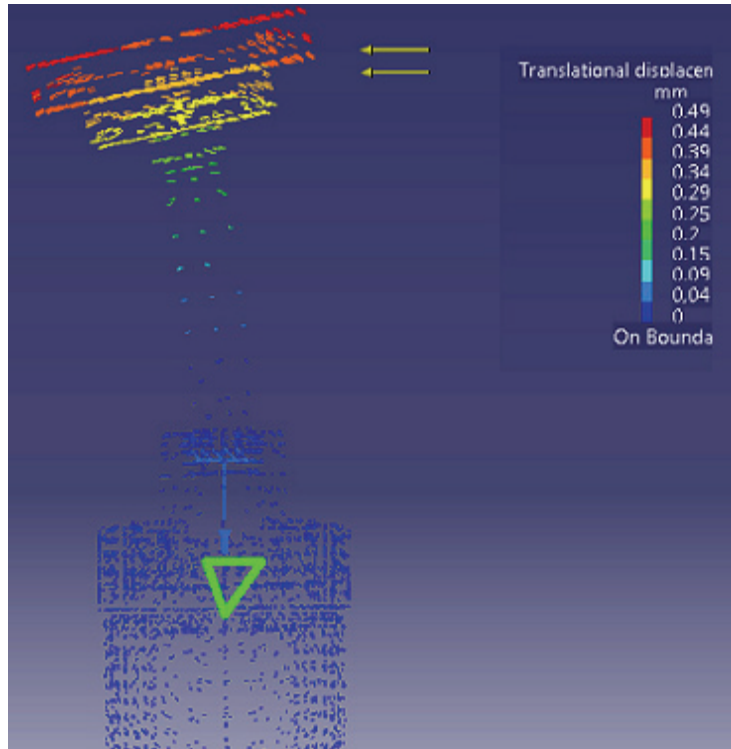
Özellikle punta kaynağı makinası imalatçıları yataklı silindirleri sıklıkla kullanmaktadırlar. Kaynak esnasında malzeme üzerinde oluşan gerilmeler silindir üzerinde yanal yükler meydana getirir, bu yüzden kaynak kalitesinin iyi olması için yataklamaların uygun şekilde olması gerekir.

Hasır kaynak makinalarında da yataklı silindirler kullanılmaktadır. Bu makinalarda, kaynak esnasında malzemenin gerilmesinden dolayı oluşan yanal yükler yataklı silindir kullanmayı zorunlu kılar. Aynı zamanda makinada yataklı silindirler yan yana bir sıra halinde montaj edildiği için silindirlerin çok geniş olması istenilmeyen bir durumdur. Bu tip uygulamalarda ön yataklı silindirleri kullanmak hem yataklı olmasından, hem de diğer silindirlere göre daha dar bir yapıya sahip olduğundan da uygun olacaktır.

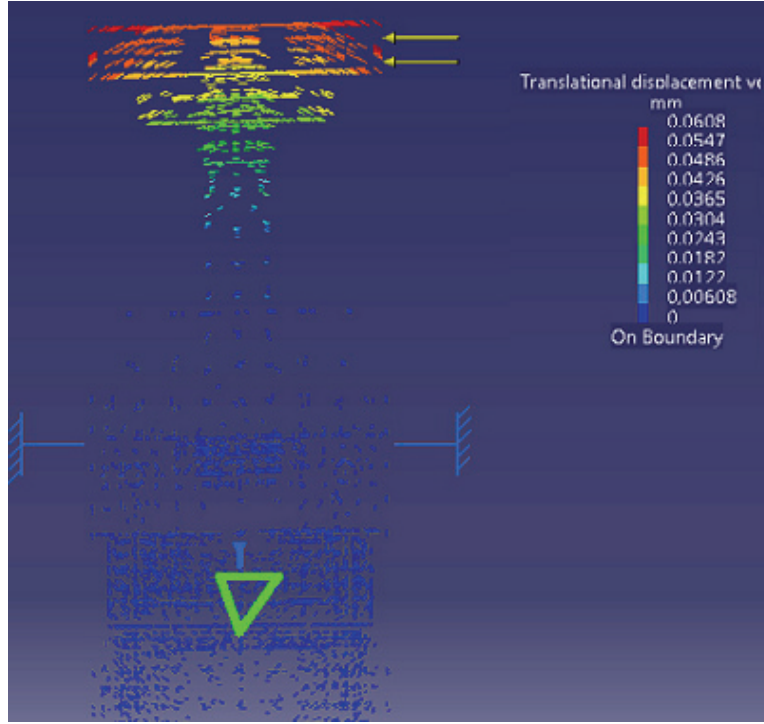


Şekil 17. Punta Kaynak ve Hasır Kaynak Makinaları

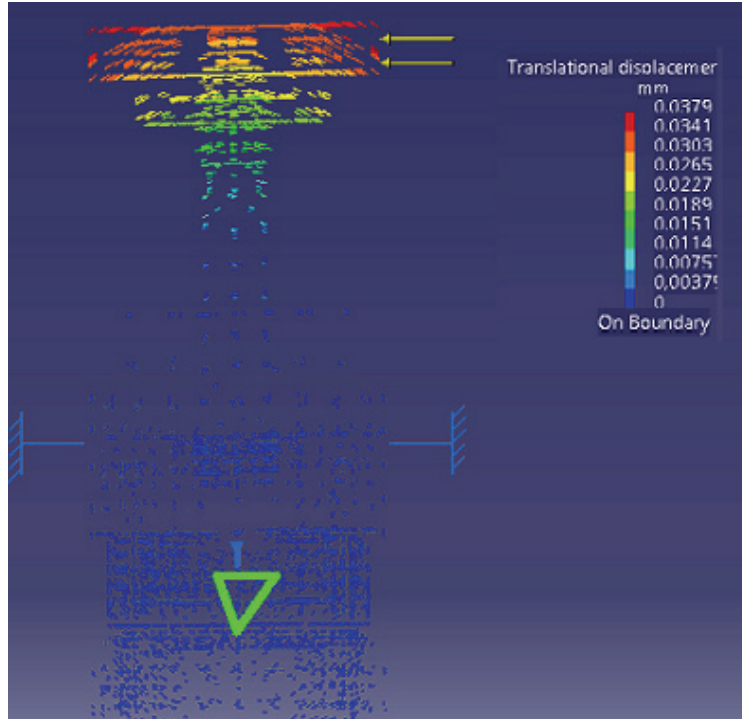
8.2. Standart, H Yataklı ve Ön Yataklı Silindirin Karşılaştırılması



Şekil 18. Standart Silindirin Sabit Yük Altındaki Sapması



Şekil 19. :H Yataklı Silindirin Sabit Yük Altındaki Sapması



Şekil 20. :Ön Yataklı Silindirin Sabit Yük Altındaki Sapması

Silindir çapı 100mm, stroğu 100mm olan ISO 15552 silindire, ISO 15552 silindir montajlı H yataklı silindire ve ön yataklı silindire, strok sonlarındayken, statik olarak aynı yük uygulandığında standart silindirin eksenden yüzde 5 saptığı, H yataklı silindirin binde 6 saptığı, Ön yataklı silindirin binde 3,7 sapma yaptığı gözlenmiştir.

SONUÇ

Tasarım esnasında, pnömatik silindirler seçilirken, ürünün kullanılacağı yer, çalışma şartları, ortam şartları ve konstrüksiyona uygunluk gibi bilgiler kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bilgiler ışığında seçilen ürünler, kullanıldığı yerde hem uzun ömürlü olacak, hem de istediğimiz işi en doğru şekilde yapacaktır. Seçilen silindir standart bir silindir olabileceği gibi, sadece yapılacak iş için özel bir silindir de olabilir. Bu bağlamda, uzun stroklu silindirlerde ve özellikle yanal yüklerin etkisi altında çalışan silindirleri seçerken, ürünün yataklamasının yapılacak iş için uygun olup olmadığına dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] HID-TEK Eğitim Notları “ WDP130 – Temel Devre Elemanları”, 2008.
- [2] HID-TEK MAK. SAN. LTD. ŞTİ. BURSA, “Arıza Formları Değerlemesi”, 2010.
- [3] POPOV E. P. “ Mechanics of Materials ” , 1976.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa DAĞDELEN

1982 Balıkesir doğumludur. Adnan Menderes Süper Lisesi mezunu olup Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü 2005' te bitirmiştir. 2006 yılından itibaren HİD-TEK firmasında otomotiv ve yan sanayileri sektöründe proje ve satış mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.