

PNÖMATİK FRENLER; SEÇİMİ, KULLANIM ALANLARI, UYGULAMALARI

Ömer Tanzer GÖKALP

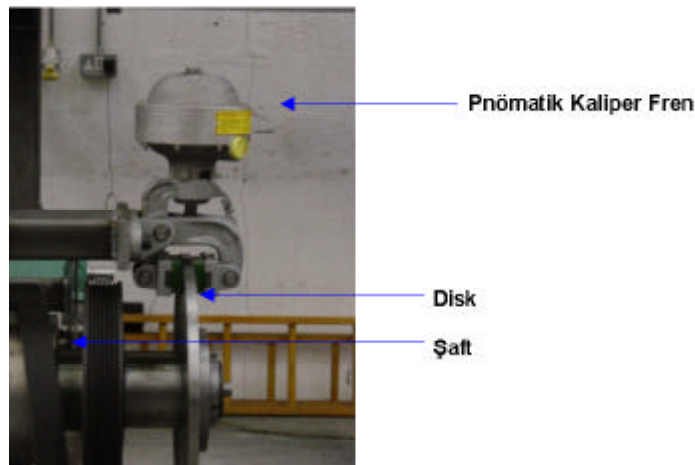
GİRİS

PNÖMATİK FRENLERİN TANIMI

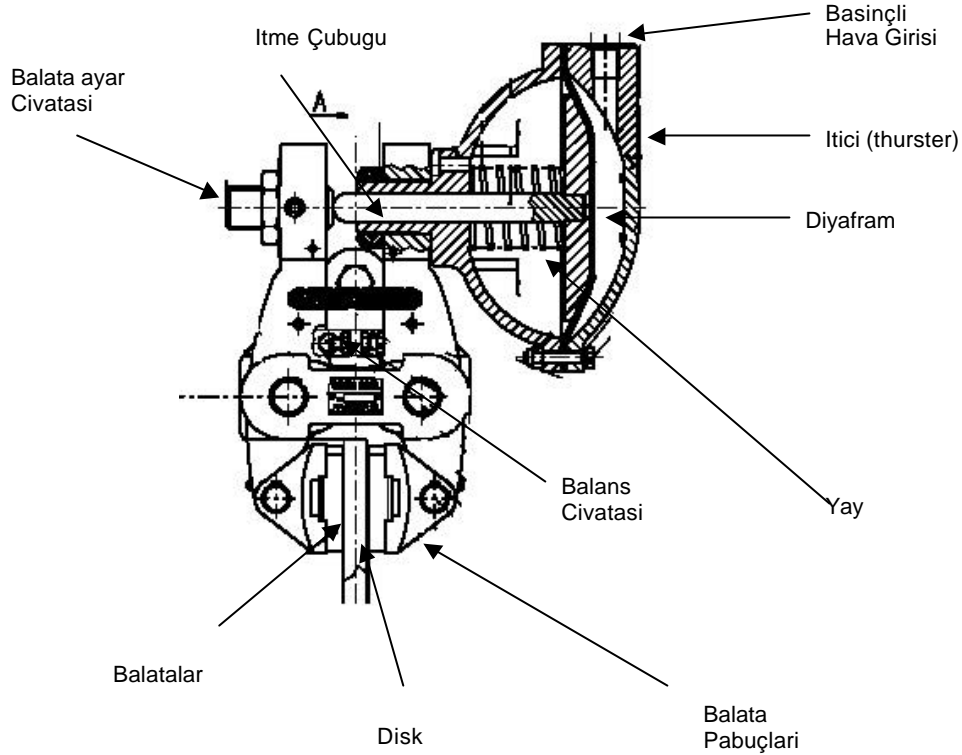
Pnömatik frenler; dönen veya lineer hareket eden komponentlerdeki enerjinin sönmülmesinde ve/veya bu komponentlere enerji transferinin önlenmesinde sürtünme ve baskı prensibi ile çalışan hava uyarılı cihazlardır. Pnömatik frenler genelde iki ayrı kısımdan oluşurlar; sabit kısım ve hareketli kısım. Hareketli kısım enerjinin sönmüleneceği (veya azaltılacağı) parçalara (genelde safta) monte edilmişlerdir. Sabit kısım ise hareketsiz gövdeye monte edilirler. Frenleme bu iki kısmın birbiri ile birleşmesi veya ayrılması ile oluşur. Eğer frenin bu iki kısmı arasında göreceli bir hareket yoksa fren "bosta" konumundadır ve hareketli kısımlar maksimum enerjiyi iletir. Eğer fren parçaları göreceli olarak birbirine yaklaşırsa bu "tansiyon (gergi) freni" durumu olarak ifade edilir. Eğer tam hareketli ve sabit parçalar arası tam birleşme söz konusu ise bu maksimum frenlemedir. Böylece enerjinin tamamı frenleme ile ısı enerjisine dönüştürülür. Frenin bu söz konusu parçaları arasındaki sürtünme kuvveti ile dönüş eksenini arasındaki mesafe, frenin MOMENT KAPASİTESİ olarak tanımlanır. Frenin Moment miktarı, frenin absorbe edebileceği enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Frenleme esnasında moment iletimi ile ısı oluşur. Absorbe ettiği ve dağıttığı bu ısı frenin TERMAL KAPASİTESİ olarak tanımlanır. Bir fren sadece yeterli moment kapasitesine değil aynı zamanda yeterli termal kapasiteye de sahip olmalıdır.

Genel tip pnömatik frenler şunlardır : Kaliper frenler, Modüler frenler, Hava soğutmalı frenler, Su soğutmalı frenler, Düşük ataletli frenler, Fan soğutmalı frenler.

Bu makalede endüstride en çok kullanım alanı bulan ve alanı gün geçtikçe genişleyen kaliper tip pnömatik frenler (bkz. Şekil 1) esas alınacaktır. Bu cümleden olmak üzere yukarıda belirtilen hareketli kısım safta bağlı fren diskini ifade eder. Sabit kısım ise pnömatik kaliper freni ifade eder.



Resim 1.

PNÖMATİK FRENLERİN MEYDANA GELDİĞİ PARÇALAR**Sekil 1. Valier Tip Pnömatik Fren****Pnömatik Frenleri Oluşturan Ana Fonksiyonel Parçaların Özellikleri****Balatalar**

Pnömatik frenler balataların basınçlı hava tahriği ile diske sürtünmesi prensibi ile çalıştığından en önemli parçalarından biri balatalarıdır. Balataların geniş sıcaklık aralıklarında bile stabil sürtünme özelliği vardır. Balatanın diske değen yüzey alanı frenlemeyi direkt etkileyen faktörlerdendir. Yıllar önce bu balatalar asbest esaslı olmalarına rağmen artık bütün dünyada sadece organik esaslı balatalar üretilmektedir. Bunlar üç malzemenin karışımından oluşmuştur: Katkılar, fiber ve Tutkallar. Katkıların sürtünme katsayısını artırıcı özelliği ve hacim arttırma özelliği vardır. Fiberler güçlendirici olarak kullanılırlar. Tutkal ise bütün bu malzemeleri birleştirici özelliğe sahiptir. Bunlardan katkı miktarının çokluğu veya azlığı, o balatanın sürtünme katsayısını belirler. Özellikle acil stop işlemlerinde çok yüksek sürtünme katsayısı beklenirken, gergi kontrol işlemlerinde bu katsayının daha az olması istenir. Önemli bir not olarak belirtmekte yarar vardır ki; genelde yanlış seçilmiş veya gücünün üzerinde momentlere ve ısıya maruz kalan fren balatalarındaki fiber, yüksek sıcaklıkta cama dönüşür. Bu da pnömatik frenlerin frenleme esnasında devamlı çok yüksek seviyede tiz sesler çıkarmasına sebep olur.

Diskler

Balataların direkt değdiği ve sisteme bağlı hareketli parçadır. Genelde Sfero döküm malzemenin (UNI ISO 1083 – 500.7) veya karbon çeligi ve bakır alaşımlarından imal edilir. Termal kapasitesi frenin ve frenlemenin verimliliğine direkt etki eden unsurlardandır. Kaliper frenin momenti disk çapı büyüdükçe artar. Diskin kalınlığı da termal kapasitesine etki eden faktörlerdendir. Standard disk çapları ve kalınlıkları şöyledir:



Çaplar (mm.) : 250 - 300 - 356 - 406 - 457 - 514 - 610 – 711
Kalinliklar (mm.) : 12,7 - 25,4 - 40

Diyafram

Pnömatik frenlerin itici kısmında bulunur. Basınçlı hava direkt olarak bu diyafram yüzeyine etki edip itici çubuga hareket verip balataların bulunduğu iki “KALİPER” kolu birbirine yaklaştırır. Frenin yüksek cevap verme süresi ve ömrü için bu diyafram özel yüksek dayanimli elastomerden yapılmıştır. Sertlik derecesi 60+-5 Shore A ‘dir.

Yay

Pnömatik kaliper frenlerin pozitif tiplerinde yay frenleme bittikten sonra balataları eski haline yani diske degmeyecekleri duruma getirmek için kullanılır. Negatif tip pnömatik frenlerde ise yay, balatalarla diske basma işlemini gerçekleştiren faktördür, bu tip frenlere hava verilmesi ile frenleme işlemi durur.

Balans Civatası

Frenin kendi içinde de bir balansı olması gerekmektedir. Bu iş için frenin imalat aşamasında bir balans civatası iki kaliper kolunun arasına yerleştirilip balans ayarı yapılır.

PNÖMATİK FRENLERİN FONKSİYONLARI

TUTMA FONKSİYONU: Bu fonksiyonda pnömatik fren hareketli saftı sabit tutarak enerji transferini engeller.

DURDURMA FONKSİYONU: Bunda ise frenin belli bir zamanda hareketli saftı durdurmasıdır. Frenin tork kapasitesi durma zamanını direkt etkiler.

ACIL DURMA FONKSİYONU: Frenin mümkün olan en kısa zamanda hareketli saftı durdurmasıdır.

ÇEVİRİM (CYCLIC) FONKSİYONU: Frenin sık sık devreye girmesi ve çıkması işlemidir.

GERGİ (TANSİYON) KONTROL FONKSİYONU: Bu fonksiyon maksimum ve minimum momentler arasında devamlı frenleme sağlar.

KULLANIM ALANLARI

AMBALAJ ve KAGIT ENDÜSTRİSİ : Gergi kontrol freni olarak ruloların değişken gergilerini elektronik gergi kontrol cihazlarının da yardımıyla sabit tutmak için. Acil stop için.

DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ : Sac ruloların gergi kontrolünde ve acil stop işleminde.

KABLO ve TEL ENDÜSTRİSİ : Gergi kontrolü ve frenlemede.

GEMİ ENDÜSTRİSİNDE : Yolcu ve savaş gemilerinin PROPELLER saftlarının durdurulması için.

GIDA ENDÜSTRİSİ : Seker, bisküvi, hamur vb. mikser ve makinalarında.

TEKSTİL ve DERİ ENDÜSTRİSİNDE : Gergi kontrolü ve acil stop ve normal frenlemede.

MADENCİLİK ve ÇİMENTO ENDÜSTRİSİNDE : acil ve normal stop freni olarak.



FREN SEÇİM KRİTERLERİ

Fren seçiminde doğru ve uygun freni bulabilmek için önemli üç nokta vardır:

- 1- Sistemin Atalet Momenti
- 2- Sistemin Momenti
- 3- Frenleme ile açığa çıkan ısı

Sistem Momenti Hesapları

PNömatik frenler genellikle dönen kütlelerin ani, belli zaman aralığında ve devamlı frenleme yapması işlemlerinde kullanılırlar. Makinaların kullanım alanı, frenlemenin şekli seçimde önemlidir.

Tanımlar ve Birimler:

- C : Dinamik Moment (Nm)
T : Gergi (N)
D : Maks. Ve/veya Minimum Rulo Çapı (m)
V : Rulo Hızı (m/dak.)
Q : Her bir Durusta Açığa Çıkan Isı (kW)
Qc : Devamlı Isı (kW)
n : Devir Sayısı (dev/dak)
t : Frenleme Zamani (saniye)
J : Frenlenecek Kütlenin Toplam Atalet Momenti (kgm²)
S : Dakikadaki Durus Adedi

A-Gergi kontrolü frenlemesi için hesaplamalar:

$$C = \frac{T.D}{2}$$

$$Qc = \frac{T.V}{60.10^3}$$

$$n = \frac{V}{p.D}$$

B - Yüksek ataletli durus için hesaplamalar:

$$C = \frac{J.n}{9,55.t}$$

$$Q = \frac{J.n^2}{182,5.10^3.t}$$

C – Çevrim (Cyclic) frenleme için hesaplamalar:

$$C = \frac{J.n}{9,55.t}$$

$$Q = \frac{J.n^2}{182,5.10^3.t}$$

$$Qc = \frac{Q.s.t}{60}$$

ÖRNEK**GERGİ KONTROL FRENLEMESİ:**

(Bir baskı makinasındaki rulo çözgü değerlerine göre sabit gergiyi sağlayacak fren seçim kriterleri)

Toplam Gergi : 2420,00 N
Lineer Hiz : 40,00 m/dak.
Maks. Rulo Çapı : 1,50 m.
Min. Rulo Çapı : 0,56 m.

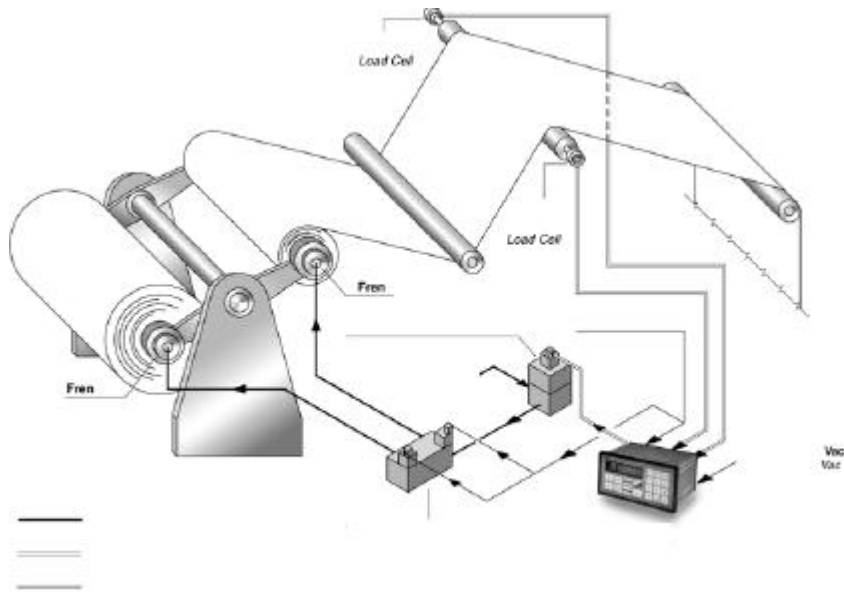
$$\begin{aligned} \text{Maks. Moment} &= \frac{2400 \times 1.5}{2} \\ &= 1800 \text{ Nm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maks. Moment} &= \frac{2400 \times 0.56}{2} \\ &= 672 \text{ Nm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maks. Devir} &= \frac{40.00}{\pi \times 0,56} \\ &= 22,7 \text{ dev/dak.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maks. Devir} &= \frac{40.00}{\pi \times 1,50} \\ &= 8,5 \text{ dev/dak.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Devamli Isi} &= \frac{2400 \times 40}{60 \cdot 10^3} \\ &= 1,6 \text{ kW} \end{aligned}$$



Sekil 2. Tipik Pnömatik Frenli Gergi Kontrol Ünitesi



ACIL STOP FRENLEMESİ

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Toplam Atalet | : 486 kgm ² |
| Devir sayısı | : 250 dev/dak. |
| Frenleme Zamani | : 3 saniye |
| Fren Tipi | : Negatif Emniyet Freni |

$$\begin{aligned} \text{Acil Frenleme Momenti} &= \frac{486 \times 250}{9,55 \times 3} \\ &= 4241 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ortalama Fren Gücü} &= \frac{486 \times 250^2}{182,5 \cdot 10^3 \times 3} \\ &= 55,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

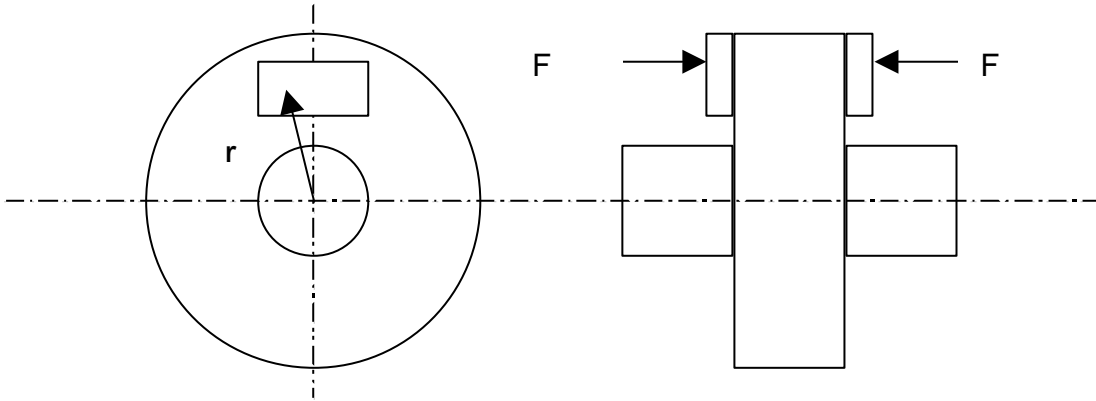
Bu degerler isiginda üretici firmaların kataloglarından uygun fren seçimi yapılır.

FREN BALATALARI KUVVET HESAPLARI:

| | |
|---|-------------------------------|
| F | : Balatadaki kuvvet |
| r | : Balatanin ortalama yarıçapı |
| A | : Balata alanı |

Moment Kapasitesi (2 balata için) $T = 2 m F r$

$$\text{Balata basinci } p = \frac{F}{A}$$



Sekil 3.

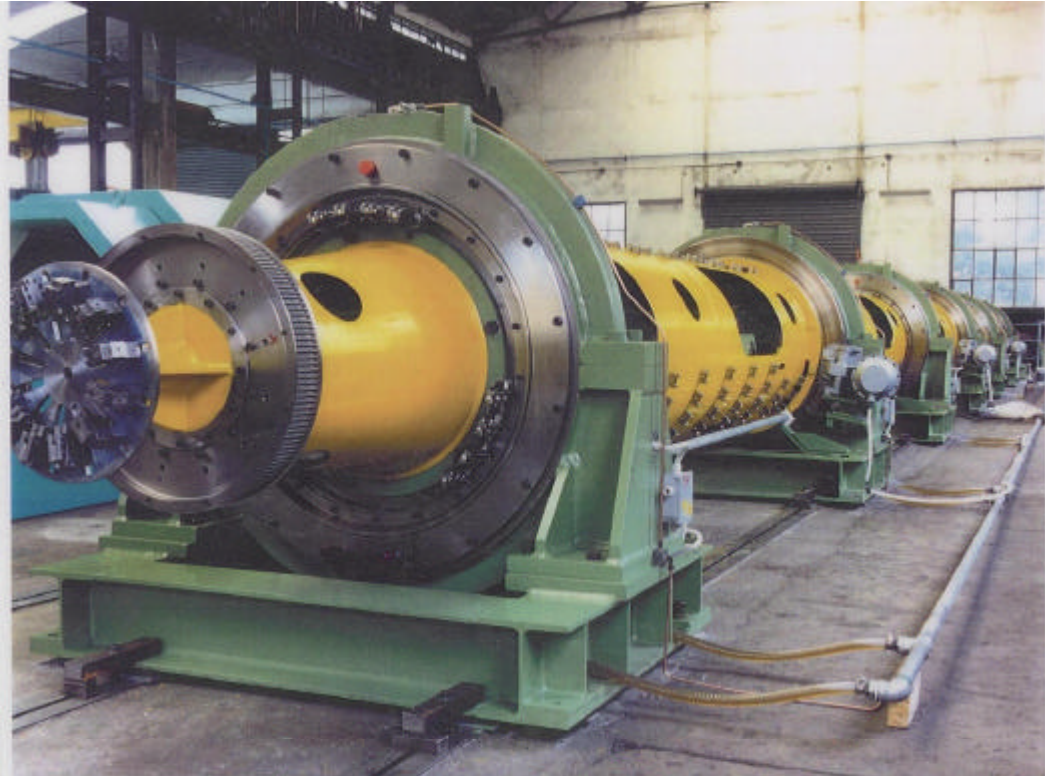


UYGULAMA ÖRNEKLERİ

1. Tel Sarma Makinesi



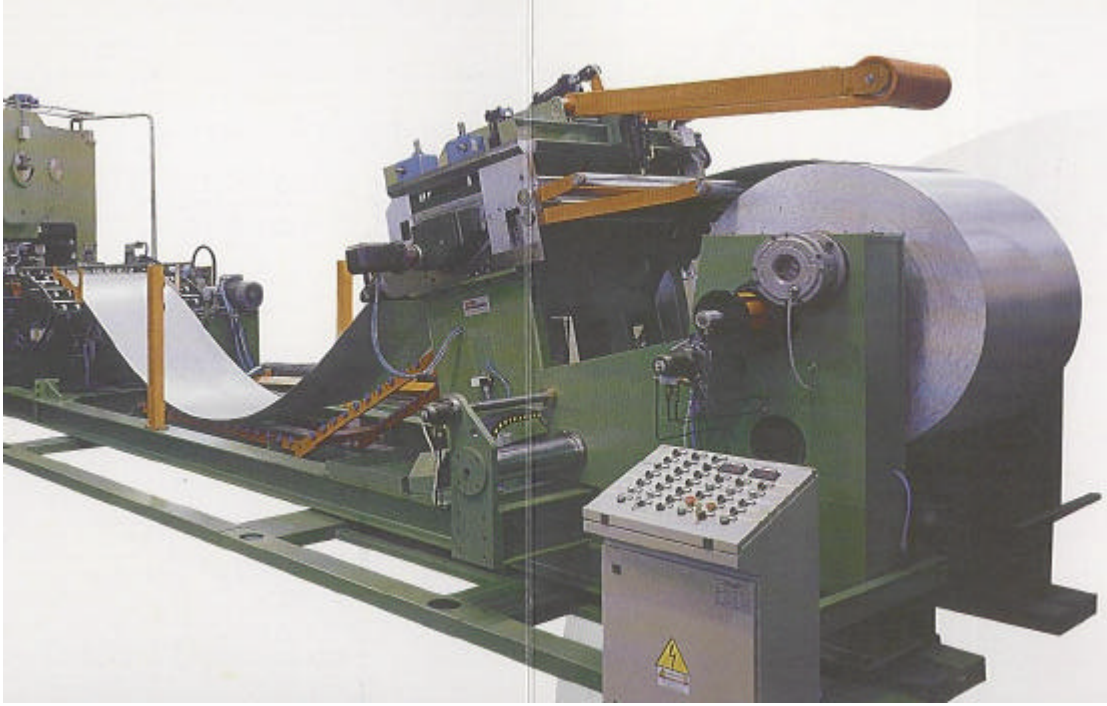
Resim 2. Hava uyarili kaliper fren.



Resim 3.



2. Sac Rolu Besleme Makinası



Resim 4. Düşük ataletli fren

3. Fleksible Hortum Sarıcı



Resim 5. Yay uyarili kaliper fren



4. Yolcu Gemileri Dümen Sistemi

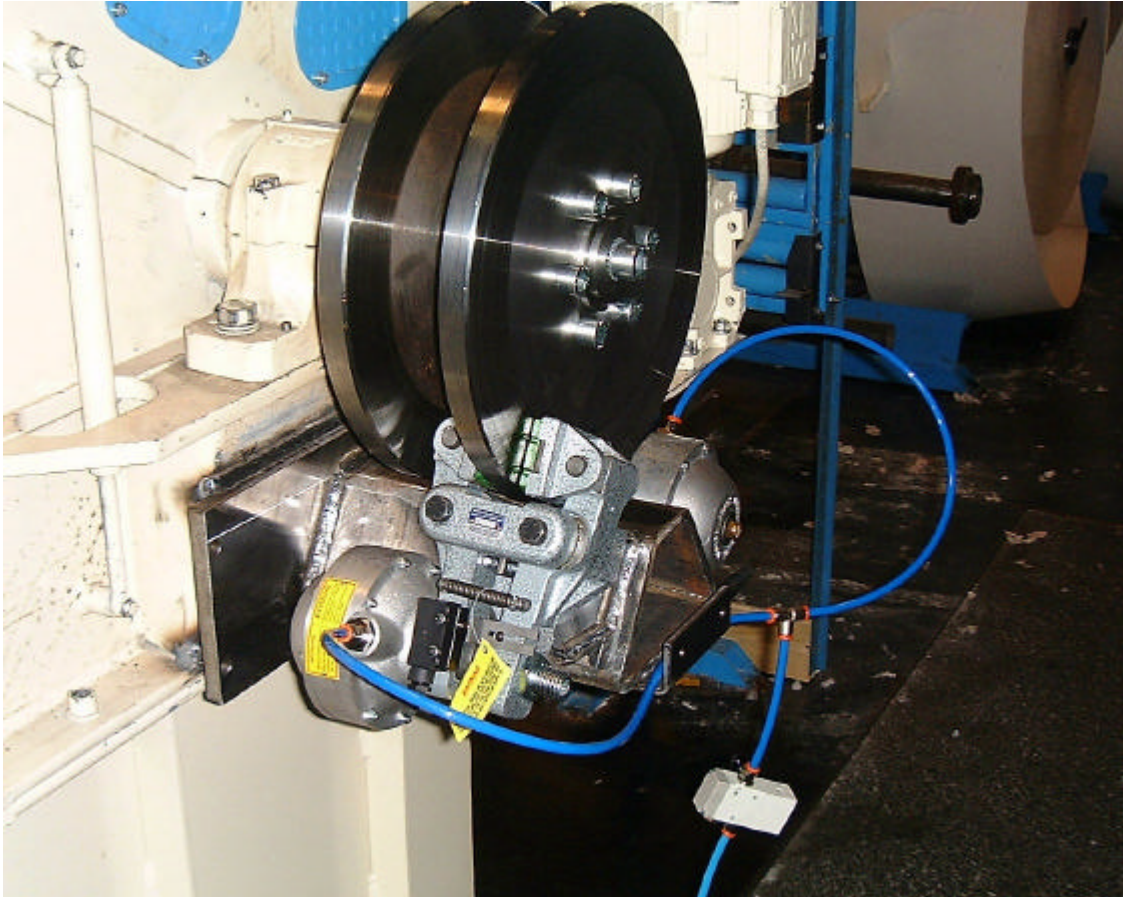


Resim 6. Hava uyarili kaliper fren.



Resim 7.

5. Kagit Degirmeni



Resim 8. Yay uyarili kaliper fren.



SONUÇ

Pnömatik frenler seçimleri ile ve uygulama şekilleri ile birçok makinanın vazgeçilmez komponentleridir. Uygulama momentleri 60.000 Nm veya daha yukarı seviyelere bile çıkabildiği gibi 0 Nm'ye çok yakın (0,02 Nm) değerlere kadar da inebilir. Cevap verme süresi de milisaniyeler mertebesinde. Uygun seçim yöntemleriyle verimli çalışan pnömatik frenler makinanın enerji tasarrufuna, fire miktarının azalmasına, makinaların emniyetli çalışmasına ve genel üretime pozitif etkide bulunurlar.

KAYNAKLAR

- [1] FERRARI M. CALIPER BRAKES EĞİTİM NOTLARI
COREMO OCMEA s.r.l., MILANO 2002
- [2] A COMPLETE LINE OF QUALITY CLUTCHES AND BRAKES FOR INDUSTRY
AIRFLEX EATON - CLEVELAND OHIO 1995
- [3] MARONE L. CORBETTA EĞİTİM NOTLARI , MILANO 1998
- [4] CARVILL J. MECHANICAL ENGINEER'S DATA HANDBOOK,
BUTTERWORTH-HEINEMAN LTD 1993
- [5] PURPOSE OF CLUTCHES AND BRAKES
10.03.2003 "POWER TRANSMISSION" WEB SİTESİ FORUMU
(www.powertransmission.com)

ÖZGEÇMİŞ

Ömer Tanzer GÖKALP

1967 yılı İstanbul doğumlu, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesinden 1988 yılında "Makine Mühendisi" lisans, 1992 yılında aynı üniversiteden Enerji Makinaları bölümünden "Yüksek Lisans" derecelerini aldı. Marmara Üniversitesi İngilizce İşletme "Contemporary Business Management" bölümünden 1989 yılında mezun oldu. 1990'da Netas Northern Telecom, A.S. 1994'de Tekfen İnşaat A.S. firmalarında çalıştı. 1995-1999 arası Hipas A.S. firmasında proje ve satış mühendisi olarak görev yaptı. HIDROPAR LTD. STI. adıyla kurduğu firmasında 1999'dan bu yana hidrolik, pnömatik proje, ithalat, satış faaliyetlerinde bulunmaktadır.