

TRAPEZ VİDALI MİLLERİN TERSİNE ÇEVİRİLEBİLİRLİK YETENEĞİ VE ANTI-OTOBLOKAJ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Furkan Acar¹

1. GİRİŞ

Vidalı mil dairesel hareketi doğrusal harekete çeviren bir makina elemanıdır. Genellikle vidalı milin dairesel hareketi, mil üzerindeki somunu lineer olarak ilerletmesi ile sağlanır. Ancak uygun koşullar sağlandığında somunun vidalı mili tahrik etmesi de olasıdır.

Vidalı millerin geniş bir kullanım alanı vardır. CNC makineleri, düşük hareket aralığı olan asansörler, kriko, kanatlı kapı açma operatörleri, otomasyon sistemleri ve 3D yazıcılarda kullanılır. Özellikle 3D yazıcı teknolojisinin yaygınlaşması ile vidalı mil kullanımı yaygınlaşmış ve bilinirliği artmıştır.

2. VİDALI MİLLER

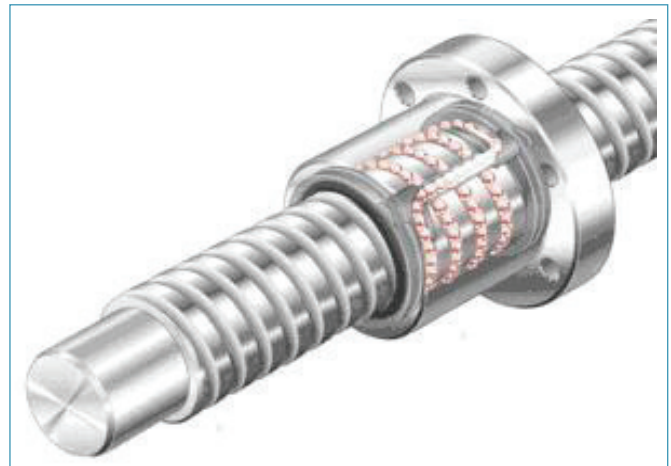
Temelde vidalı miller iki tipe ayrılır.

- 1- Bilyalı Vidalı Mil
- 2- Bilyasız Vidalı Mil

2.1 Bilyalı Vidalı Mil

Bu tip vidalı millerde vidalı milin kanalları ile somun ara-

sında hassas bilyalar bulunmaktadır (Şekil 1). Kullanılan bu bilyalar yoluyla somun ile mil arasındaki sürtünme en aza indirilerek, en yüksek verim elde edilebilmektedir. Aynı zamanda hassas işleme ile bu tip vidaların benzerlerine göre daha hassas çalışma yeteneği vardır. Ancak hem üretiminin hem montajının hassas işçilik gerektirmesi ve yüksek maliyet gibi bazı olumsuz yönleri bulunur.



Şekil 1. Bilyalı Vida

¹ Mak. Müh., Optima Mühendislik A.Ş., - a.acarfurkan@gmail.com, acar@optima.tc

2.2 Bilyasız Vidalı Mil

Bu tip vidalarda ise somun ile diş arasında herhangi bir bilya veya sürtünmeyi azaltıcı başka bir etken bulunmamaktadır (Şekil 2). Vida ve somun birbirine doğrudan dokunduğundan sürtünme kaynaklı mekanik verim kaybı bilyalı vidalara göre daha fazladır. Bilyalı vidalardaki hassasiyet ve verim yakalanamaz ancak düşük maliyet ve ek bir düzenek ya da parçaya gerek kalmadan otoblokaj sağlanması nedeniyle yeğlendiği uygulamalar vardır. Özellikle dikey kullanımlarda tahrik olmadan tersine çevrilebilirlik istenmediği durumlar için kullanımı uygundur. Piyasada standart olarak bulunan bilyasız vidalı millerin genellikle kendiliğinden otoblokaj özelliği vardır.



Şekil 2. Bilyasız Vidalı Mil

Ayrıca bilyasız vidalı miller kendi içinde vida profillerine göre çeşitlenmektedir. Bunlar,

- Üçgen profilli vidalı miller
- Kare profilli vidalı miller
- Trapez vidalı miller
- Testere profilli vidalı miller
- Yuvarlak profilli vidalı miller

Az aşınma ve diğerlerine oranla daha az sürünmesi olan trapez vidalı miller piyasada en yaygın kullanılan bilyasız vidalı millerdir.

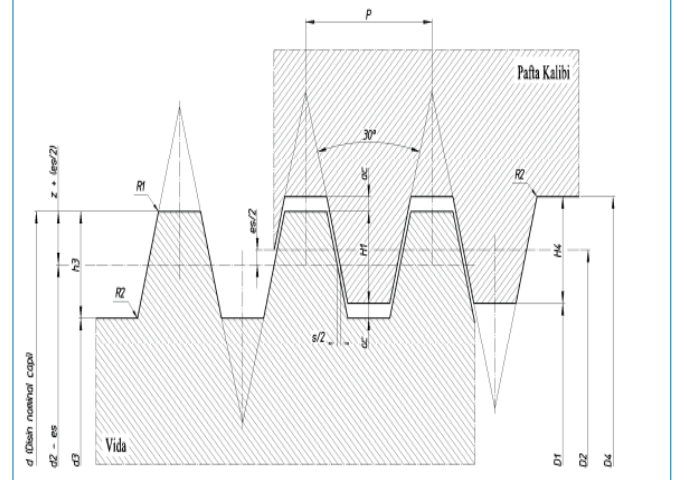
2.3 Trapezoidal Dişli Vida

Trapez vida dişlerinin uç kısmı, kesik ve tamamlanmamış bir üçgen formundadır. Tepe açıları genellikle 30°'dir. Bilyasız vidalar içerisinde en verimli vida tipidir. Torna, CNC, 3D yazıcı ve farklı endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

Standart Gösterimi

Örnek: Tr 30x6 (Nominal çap x adım) [1]

2.4 ISO 2901 – 2902 – 2903 – 2904'Ya Uygun Metrik Trapez Vida Dişleri Profili



Şekil 3. Trapez Vida Diş Profili

$$H1 = 0,5 P$$

$$h3 = H4 = H1 + ac = 0,5 P + ac$$

$$z = 0,25 P = H1/2$$

$$d3 = d - 2 h3$$

$$d2 = D2 = d - 2 z = d - 0,5 P$$

$$D2 = d + 2 ac$$

$$ac = \text{dip boşluğu}$$

$$es = \text{vidalar için üst açıklık}$$

$$s = 0,26795 es$$

$$R1 \text{ max.} = 0,5 ac$$

$$R2 \text{ max.} = ac [2]$$

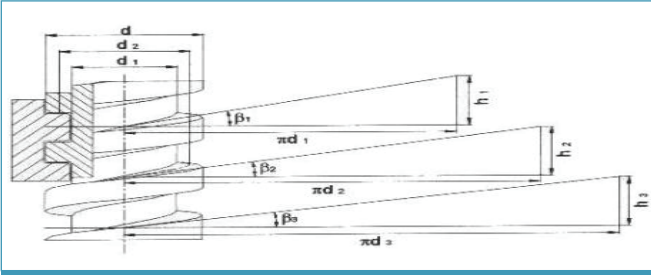
3. OTOBLOKAJ

Kendiliğinden çözülebilme durumu otoblokaj olarak adlandırılır. Bir vidalı mil-somun mekanizmasında otoblokaj durumu sürtünme kuvvetinin mekanizmanın taşıyacağı yükten fazla olması ile sağlanır.

3.1 Helis Açısı

Mil çevresini sararak ilerleyen dişli form, helis olarak adlandırılmaktadır. Helis açısı ise "Vidanın silindire teğet bir düzlemdeki izdüşümünün yatayla veya dik üçgenin hipotenüsünün yatayla yapmış olduğu açıdır." [3]

Helis açısı doğrudan sürtünme kuvvetini değiştirmektedir. Helis açısında yapılacak oynamalar ile sistemdeki sürtünme kuvveti değiştirilerek mekanizmanın otoblokajlı veya otoblokajsız olması sağlanabilir.



Şekil 4. Vidalı Mili Belirleyen Büyüklükler

3.2 Malzeme Çiftleri Arasında Sürtünme Katsayısı

Genellikle vidalı mil bronz çiftleri çelik-bronz şeklindedir. Yüksek dayanım gereksinimini karşılayabildiği için çoğunlukla miller çelik malzemeden, sürtünme düşüklüğü sayesinde yüksek verim sağlayabilmek için ise somunlar, bronz malzemeden seçilir.

$\mu \approx 0,21$ Çelik/ bronz çifti için (kuru çalışma)

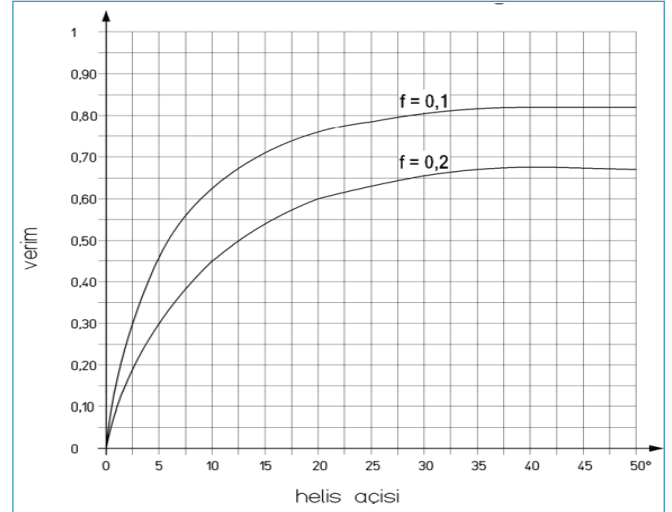
$\mu \approx 0,16$ Çelik/ bronz çifti için (yağlı çalışma) [4]

Helis açısının artması ile verim artışı gözlenmektedir. Otoblokajın görüldüğü helis açısı değeri $5 \text{ m} \gamma < 0$ olduğu görülmektedir. (Çizelge 1) [5].

3.3 Helis Açısı Hesaplaması

α : helis açısı

l: hatve



Çizelge 1. Kalkış Verimi

n: adım

D: etken çap

$$\tan \alpha = \frac{l}{\pi d} = \frac{nP}{\pi d} \quad (\text{Denklem 1})$$

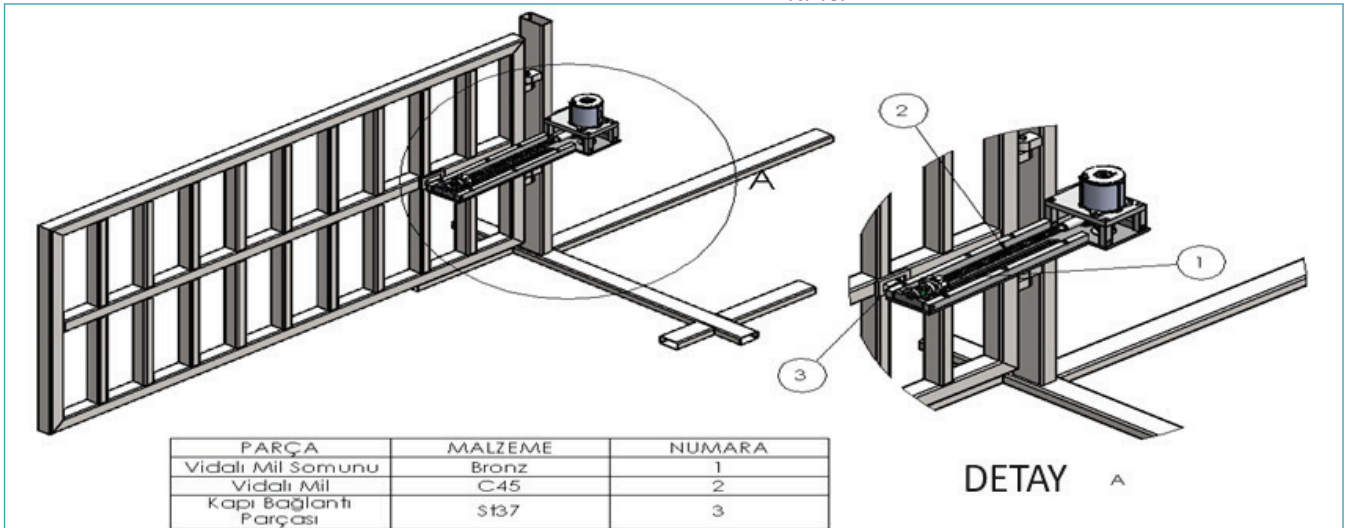
3.4 Verim Hesabı

η = verim

f = vida malzemesi ile somunun malzemesi arasındaki dinamik sürtünme katsayısı

α = vida dişinin helis açısı

$$\eta = \frac{1 - f \tan \alpha}{1 + \frac{f}{\tan \alpha}} \quad (\text{Denklem 2}) [2]$$



Şekil 5. Vidalı Mil Tahrirli Kapı Açma Operatörü

4. FARKLI HELİS AÇILI VIDALI MİLLERİN VERİM KİYASLAMASI

Şekil 5'te görüldüğü gibi bir kanatlı kapı açma operatörü üzerinde vidalı miller test edilmiştir.

Testte kullanılan vidalı mil-somun setleri sırası ile;

Trapez vidalı mil-Bronz Somun (Tr 20x4)

Trapez vidalı mil – Bronz somun (TR20X20)

Bilyalı Vidalı mil – Somun

Şekildeki sistem bir kanatlı kapı açma operatörüne aittir. Düzenekte, vidalı mil somunu kapıya bağlıdır. Vidalı mil DC motor ile hareket ettirilmektedir. Motorun vidalı mili döndürmesi ile somun üzerinde elde edilen lineer hareket sayesinde kapı harekete geçmektedir. Ancak elektrik kesintisinin olduğu durumlarda sistemin elle açılabilmesi (tersine çevrilebilir-otoblokajsızlık) gerekmektedir. Yani kapı insan gücüyle hareket ettirildiğinde somunun vidalı mili harekete geçirebilmesi gerekmektedir. Bu durumun hangi vidalı mil-somun çiftinde gerçekleşebildiği test edilmiştir.

4.1 Trapez Vidalı Mil-Somun Çifti (Tr 20x4)

Yapılan testte mekanizmanın el ile geri çevrilebilir olmadığı saptanmış olup, somun üzerine kuvvet uygulanarak vidalı milin döndürülemediği görülmüştür.

$\tan\alpha = \frac{I}{\pi d} = \frac{nP}{\pi d}$ eşitliği üzerinden gerekli hesaplama yapıldığında helis açısı $3,64^\circ$ olarak hesaplanmıştır.

$\eta = \frac{1 - f \tan\alpha}{1 + \frac{f}{\tan\alpha}}$ verim hesabı formülünden ise vidalı mil verimi $0,23$ olarak bulunmuştur.

4.2 Trapez Vidalı Mil-Somun Çifti (TR 20x20 P4)

İkinci test için daha yüksek helis açısı olan bir vidalı mil

test edilmiştir. Burada yapılan test sonucunda mekanizmanın insan gücü ile geri çevrilebildiği, somuna uygulanan kuvvet ile vidalı milin döndürülerek sistemin hareket ettirilebildiği saptanmıştır.

$\tan\alpha = \frac{I}{\pi d} = \frac{nP}{\pi d}$ eşitliği üzerinden gerekli hesaplama yapıldığında helis açısı $17,66^\circ$ olarak hesaplanmıştır.

$\eta = \frac{1 - f \tan\alpha}{1 + \frac{f}{\tan\alpha}}$ verim hesabı eşitliğinden ise vidalı mil verimi $0,59$ olarak bulunmuştur.

4.3 Bilyalı Vidalı Mil – Somun (Uzun Hatve Vidalı Mil Ø20-20)

Yapılan testte düzeneğin el ile tersine çevrilebilir olduğu, somuna uygulanan kuvvet ile vidalı milin döndürülerek sistemin harekete geçirilebildiği saptanmıştır.

$\tan\alpha = \frac{I}{\pi d} = \frac{nP}{\pi d}$ formülü üzerinden gerekli hesaplama yapıldığında helis açısı $17,66^\circ$ olarak hesaplanmıştır.

Vidalı milin helis açısı her ne kadar eş değer trapez vidalı mil ile aynı olsa da, daha hassas işlemeyi gerektirmesi ve vidalı mil somun arasında bilyalar bulunması nedeni ile verim daha yüksektir. Bilyalı vidalı millerde verim $0,8-0,9$ düzeyindedir.

5. SONUÇ

Günümüzde özellikle lineer hareket içeren düzeneklerde yaygın olarak kullanılan vidalı millerin tersine çevrilebilir olabilmesi (otoblokaj'ın olmaması) için sağlanması gereken şartlar adına araştırma derlemesi yapılmış ve konu ile ilgili test verileri paylaşılmıştır.

Yapılan araştırmalar ve test sonucunda otoblokajın yenilmesi için verimin $0,5$ üzerinde olması kabulü yapıla-

Tablo 1. Vidalı Mil Otoblokaj Yeteneği

VIDALI MİL	SOMUN	HELİS AÇISI	VERİM	ANTİOTOBLOKAJ KABİLEYETİ
TRAPEZ VIDALI MİL (TR20X4)	BRONZ SOMUN	$3,64^\circ$	0.23	X
TRAPEZ VIDALI MİL (TR20X20)	BRONZ SOMUN	$17,66^\circ$	0.59	✓
BİLYALI VIDALI MİL (TR20X20)	DKM 20X20 SOMUN	$17,66^\circ$	0.9	✓

bilmektedir. Verimi doğrudan etkileyen ana etmen ise vidalı millerdeki helis açısıdır. Yukarıda belirtilen formüller üzerinden yapılan hesaplamalar sonucunda yüksek helis açısı ve yüksek verimli vidalı mil kullanılan düzeneklerde tersine çevrilebilme özelliği olduğu gözlemlenmiştir.

SEMBOLLER

- 1- f: Vida ile Somun Arasındaki Dinamik Sürtünme Katsayısı
- 2- l: Hatve
- 3- n: Adım
- 4- D: Etken çap
- 5- μ : Kinetik Sürtünme Katsayısı
- 6- α : Helis Açısı
- 7- η : Verim

KAYNAKÇA

1. **Gümüş, F.**, "Bilyalı Vida ile Aktarma Vidalarının Farkı," Mühendis Beyinler Dergisi, cilt 1, sayı 1, s. 1-5
2. "Trapezoid Vidalar," Conti Genel Katalog,2013-TR-01, s. 3-69
3. **Durak E.**, "Vidalarda otoblokaj Deney Föyü," Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik ve Mimamırlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Makine Elemanları Laboratuvarı
4. "Coefficient of Friction Equation and Table Chart,"https://www.engineersedge.com/coefficients_of_friction.htm,(Ziyaret Tarihi: 7.11.2023)
5. **Salman B.** 2009 "Sonsuz Vidalar ve Sonsuz Vida Karşılık Dişlisi Helisel Dişli Matematik Modellemesi" İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
6. **Bilici, O., Ersoy, H.** 2016. "Vida-Somun Mekanizmalarının Dikey Taşıma Platformlarında Kullanımına Yönelik Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 680, s. 59-71.
7. "Vidalı Mil ve Somunları", <https://www.doguskalip.com.tr/>, (Ziyaret Tarihi: 7.11.2023)

DEĞERLİ ÜYELERİMİZE

Bugün, siz değerli üyelerimizin örgütlü gücüne her zamankinden daha fazla ihtiyaç duymaktayız.

İktidarın, kamusal denetimi gerileyen uygulamaları, halkın can güvenliğini ortadan kaldırmakla birlikte, Odamızın hizmet alanlarının daralmasına da yol açmaktadır.

Bütün ekonomik zorluklara rağmen, bilimsel gerçeklikler ışığında, mühendislik uygulamalarının önemini ortaya koyan raporlar yayımlama; mesleğimizi, meslektaş geliştirme yönelik eğitim çalışmalarını ile yine meslek alanlarımız üzerinde üyelerimizi ve toplumu bilgilendirmeye yönelik bülten, dergi, kitap, broşür ve benzeri yayın çalışmalarımızı sürdürme kararlılığımızdayız.

Bu nedenle, sizlere ve halkımıza verdiğimiz hizmetlerin yanında çok temsili kaldığına inandığımız üyelik aidatlarının ödenmesi konusunda katkılarınızı bekliyoruz.

<https://aidat.mmo.org.tr>

