



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

## MAKİNE ELEMANLARI LABORATUARI

**KONU: Kaymalı Yataklarda Sürtünme Momentinin ve Sürtünme Katsayısının Deneysel Olarak Belirlenmesi**

### DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

1. Kaymalı yataklarda yağ filminin nasıl oluştuğunu araştırarak anlatınız.
2. Beyaz metal burcu için yapılan kuru sürtünme deney sonuçlarını Yatak Yüküne karşılık Sürtünme Momenti grafiği şeklinde çiziniz ve sürtünme katsayısını hesaplayınız.
3. Beyaz metal burcu için yapılan yağlamalı sürtünme deney sonuçlarını Yatak Yüküne karşılık Sürtünme Momenti grafiği şeklinde çiziniz ve sürtünme katsayısını hesaplayınız.
4. Föyde değerleri verilen kuru sürtünmeli Teflon yatak için kuru sürtünme deney sonuçlarını Yatak Yüküne karşılık Sürtünme Momenti grafiği şeklinde çiziniz ve sürtünme katsayısını hesaplayınız.
5. Farklı malzemeler için bulunan sonuçları yorumlayınız.



### RAPORU HAZIRLAYAN ÖĞRENCİNİN;

GRUBU :

ALT GRUBU :

NUMARASI :

ADI – SOYADI :

FÖY TESLİM TARİHİ :

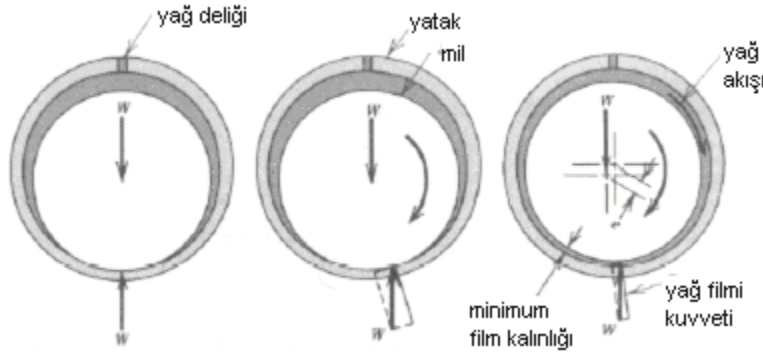
DENEYİ YÜRÜTEN ÖĞRETİM ELEMANI :

## DÖNEL MAKİNE ELEMANLARI İÇİN YATAKLAMA ÇEŞİTLERİ

Dönel makine elemanları, güç santrallerinde, uçak motorlarında, otomobillerde, tıbbi cihazlarda, ev aletlerinde ve değişik birçok yerde kullanılmaktadır. Tüm bu dönel sistemlerin bir veya daha fazla yatakla desteklenmesi gerekmektedir. Dönel sistemlerin statik veya dinamik yükler altındaki durumunun belirlenmesinde bu yatakların önemli bir etkisi vardır.

### KAYMALI YATAKLAR:

Sıklıkla karşımıza çıkan mil yatağı çeşitlerinden birisi Şekil-1’de görülmektedir. Burada mil dairesel bir yatak içerisinde yer almaktadır. Mil çapı genellikle yatak çapının %99,8 ile %99,9’u arasındadır, aradaki açıklıkta ise genelde yağ bulunur. Mil, hareketsiz durumda ve sabit yükte yüklü iken yatağın alt kısmı ile temas halindedir. Mil saat yönünde düşük bir hızla dönmeye başlarsa yatağın sağ tarafına doğru tırmanacaktır. Hız yavaş yavaş arttırılırsa mil yüzeyi ile yatak yüzeyi arasında bir yağ akışı oluşur, ve mil oluşan yağ filminde yüzmeye başlar. Bu durumda yüzey yüzeye temas söz konusu değildir, dolayısı ile başlangıç durumuna göre kayma sürtünmesinde bir azalma gözlemlenir.



Şekil-1

### BİLYALI YATAKLAR:

En çok karşılaşılan yatak çeşitlerinden birisi de bilyalı yataklardır. Bu çeşit yataklarda dış yüzey ile mil arasında bilyalar bulunmaktadır ( Şekil-2 ). Kaymalı yataklarda karşılaşılan kayma sürtünmesinin yerine, bilyalı yataklarda yuvarlanma sürtünmesi söz konusudur.

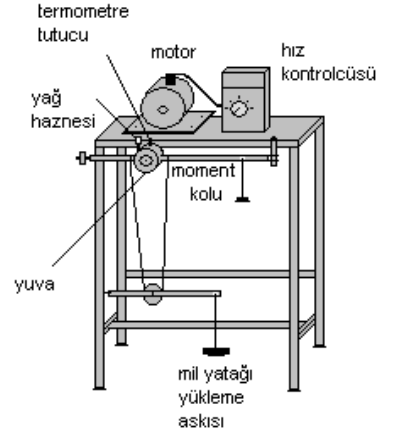


Şekil-2 : Bilyalı yatak

Bilyalı yatakların önemli avantajlarından biri başlangıç anındaki sürtünmenin düşük olmasıdır. Kaymalı yataklarda ise eğer basınçlı yağ kullanılmıyorsa başlangıç anındaki sürtünme daha büyüktür. Bilyalı yataklar başlangıç anında yüksek yüklemelerin olduğu uygulamalar için daha uygundur. Öte yandan mil ile yatak arasındaki açıklıkta yağ filmi bulunan kaymalı yataklarda ise yüksek dönme hızlarının ve ani aşırı yüklemelerin olduğu durumlar için uygundur. Bilyalı yataklar mil etrafında, daha çok radyal yönde yer kaplar, kaymalı yataklar için ise mil eksenine boyunca daha çok yer gereklidir.

## DENEYDE KULLANILACAK DÜZENEK

Sağda görüldüğü gibi, düz bir masa üzerinde bir motor ve hız kontrolcüsü yerleştirilmiştir. Masanın alt kısmında ise iki rulmanın taşıdığı mil bulunur. Bu milin ucunda yatak burcunu taşıyan ve bir moment kolunun bağlı olduğu yuva bulunur. Moment kolunu dengelemek için de bir yük kolun sol tarafına asılmıştır. Moment kolu üzerinde mil ekseninden 300 mm uzakta yük askısı bulunur. Bir kayış ile motordaki hareket mile aktarılır.



Yuvada bulunan çıkarılabilir metal halka, gerektiğinde mil yatağı burçlarının değiştirilebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca yuvanın üzerinde mil yatağındaki kalay alaşımı burcun yağlanması sağlayan bir yağ haznesi vardır. Yuvaya düşey yük uygulamak için metal teller ve 4:1 oranında çalışan kaldıraç sistemi kullanılmaktadır. Bu kaldıraç sisteminin destek noktası masanın ayaklarından birine bağlıdır. Bu sistem yuvaya kendi ağırlığından dolayı 55 N yük uygulamaktadır.

Deneyde beyaz metal burç kullanılacaktır. Beyaz metal burç (bir kalay alaşımı) üzerinde bir yağ deliği ve yiv bulunmaktadır. Düşük sürtünmeli bir plastik olan PTFE burcu için ise deney sonuçları verilmiş olup öğrencinin konu hakkında bilgi edinmesi hedeflenmektedir. Bahsedilen son malzemeye kuru yağlayıcı katılmıştır. Bu son malzeme kuru (yağlamasız) çalıştırılabilir. Kalay alaşımından yapılan burç tam yağlamalı durumda yüksek hız ve ağır yük uygulamalarına uygundur. Kuru kullanıma uygun değildir fakat, başlangıç koşullarına dayanabilir. PTFE burç, milin yüzey hızının 0,5 m/s 'yi geçmediği ve sıcaklığın -200 °C ile 250 °C arasında olduğu durumlarda kullanılabilir.

## DENEYİN YAPILIŞI

Bu deneyde mil yatağında beyaz metal burç kullanılarak kuru sürtünme ve yağlamalı sürtünme durumlarında çalışma sırasında oluşacak sürtünme momentleri incelenecektir.

Burcu değiştirmek için;

- Yük askılıklarını asıldıkları yerden alın.
- Moment kolunun sonundaki çatalın vidasını gevşetin ve yana doğru açın.
- Yuvada bulunan metal halkanın üzerindeki dört vidayı söküp halkayı çıkarın.
- Moment kolunu biraz indirin ve burçların bulunduğu yuvayı milden çıkarın.
- Burcu iterek yuvadan çıkarın.
- Eğer gerekiyorsa burç ve mildeki yağı temizleyin.
- Burcun bulunduğu yuvayı mile takınız.
- Sicimin makaraya oturduğunda ve ucundaki çentiklerin yuvalarına oturduğuna emin olun.
- Metal halkayı yerine takınız. Metal halkada "top" yazan kısmın üstte olmasına dikkat edin.
- Çatalı eski pozisyonuna getirin.
- Yük askılıklarını takın.

Moment kolunu ve ona asılı 1 N'luk yük askısını soldaki ağırlık ile bir kez dengelemek yeterli olacaktır.

Yataktaki toplam yükü hesaplamak için, yükleme askısına koyulan yükün dört katına 55 N eklemek gerekmektedir. Sürtünme momenti, moment koluna asılı olan askıya yerleştirilen yükün 300 mm ile çarpılmasından bulunur.

## 1. KISIM, YAĞLAMALI SÜRTÜNME DENEYİ, BEYAZ METAL BURCU

İlk deneyde beyaz metal burcu 200 dev/dak hızda yağlamalı olarak çalıştırılarak sürtünme momenti tespit edilecektir. Yük askısı 25 N yüklenerek moment kolu dengeye gelene kadar yüklenecektir. Deney süresince beyaz metal ısınacağından artan sıcaklığın etkisini minimuma indirmek için deney hızlı bir şekilde tamamlanmalıdır.

Yük askılıkları boş iken motoru çalıştırıp, hızını 200 dev/dak'ya ayarlayın. Alttaki yük askısına 25 N'luk yük yerleştirin. Yağ haznesini doldurarak yatağın yeter miktarda ıslanmasını sağlayın. Moment kolundaki askılığa bu kol dengelenene kadar yük yerleştirin. Sonuçları Tablo-1'e yazın. Mil yatağının yükünü, yani alttaki askının yükünü her defasında 5 N azaltarak gerekli ölçümleri yapın ve tabloya yazın. 0 N için yapılan ölçümden sonra, son olarak 25 N için ölçümü tekrar edin.

**Tablo-1**

**Kuru Sürtünme, Malzeme-Beyaz metal, Hız : 200 dev/dak**

Yatak yükü		Moment kolu askısındaki yük ( N )	Sürtünme Momenti [(Moment Yüğü+1N)x300mm] (Nmm)
Altındaki yük askısı ( N )	Toplam Radyal Yüğü [(Yüğü+1N)x4+55] ( N )		
25			
20			
15			
10			
5			
0			
25			

## 2. KISIM, KURU SÜRTÜNME DENEYİ, BEYAZ METAL BURCU

İlk deneyde beyaz metal burcu 200 dev/dak hızda yağsız olarak çalıştırılarak sürtünme momenti tespit edilecektir. Yük askısı 25 N yüklenerek moment kolu dengeye gelene kadar yüklenecektir. Deney süresince beyaz metal ısınacağından artan sıcaklığın etkisini minimuma indirmek için deney hızlı bir şekilde tamamlanmalıdır.

Yük askılıkları boş iken motoru çalıştırıp, hızını 200 dev/dak'ya ayarlayın. Alttaki yük askısına 25 N'luk yük yerleştirin. Moment kolundaki askılığa bu kol dengelenene kadar yük yerleştirin. Sonuçları Tablo-2'ye yazın. Mil yatağının yükünü, yani alttaki askının yükünü her defasında 5 N azaltarak gerekli ölçümleri yapın ve tabloya yazın. 0 N için yapılan ölçümden sonra, son olarak 25 N için ölçümü tekrar edin.

**Tablo-2**

**Kuru Sürtünme, Malzeme-Beyaz metal, Hız : 200 dev/dak**

Yatak yükü		Moment kolu askısındaki yük ( N )	Sürtünme Momenti [(Moment Yüğü+1N)x300mm] (Nmm)
Altındaki yük askısı ( N )	Toplam Radyal Yüğü [(Yüğü+1N)x4+55] ( N )		
25			
20			
15			
10			
5			
0			
25			

### 3. KISIM, KURU SÜRTÜNME DENEYİ, PTFE BURCU

Aşağıda daha önce yapılmış bir kuru sürtünmeli Polytetrafluoroethylene (PTFE), teflon, malzeme için deney sonuçları verilmiştir. Bu deney sonuçları ilgili teflon malzemenin yağsız olarak kullanılması durumunda oluşacak sürtünme momenti ve sürtünme katsayısının hesabı için kullanılacaktır.

**Tablo-3**  
**Kuru Sürtünme, Malzeme-PTFE, Hız : 200 dev/dak**

Yatak yükü		Moment kolu askısındaki yük ( N )	Sürtünme Momenti [(Moment Yüğü+1N)x300mm] (Nmm)
Alttaki yük askısı ( N )	Toplam Radyal Yük [(Yük+1N)x4+55] ( N )		
30	175	2.6	780
25	155	2.4	720
20	135	2.2	660
15	115	1.95	585
10	95	1.75	525
5	75	1.45	435
0	55	1.15	345
25	175	2.75	825

### SONUÇLAR

Gerçekleştirilen ve değerleri verilen üç deney sonucunda kuru ve yağlamalı yükleme için beyaz metal burcunun ve kuru sürtünmeli PTFE burcunun farklı yatak yüklerindeki performansı sürtünme momentine bağlı olarak tespit edilmiştir.

Bu noktadan sonra yapılacak işlem X eksenini yatak yükünü ( $W$ ), Y eksenini sürtünme momentinin ( $T_f$ ) verecek şekilde grafiğin çizdirilmesi ve işaretlenen noktalara en yakın doğrunun eğiminin tespit edilmesidir.

$$T_f = f W R \quad \Rightarrow \quad f = \frac{T}{W R}$$

$T_f$  : sürtünme momenti

$f$  : sürtünme katsayısı

$W$  : yük

$R$  : mil yarıçapı

yukarıdaki bağıntıda yer alan  $\frac{T}{W}$  terimi grafiklerdeki doğrunun eğimi olarak düşünülürse, ve mil yarıçapı 20 mm olarak alınırsa sürtünme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$f = \text{Eğim (mm)} / 20 \text{ (mm)}$$

Her üç deney için de sürtünme katsayısını hesaplayıp karşılaştırınız ve yorumlayınız.