

No: 383113

Adı Soyadı: Fırat YÜKSEL

Bölümü: Elektrik ve Elektronik Mühendisliği

### 3. SÜRTÜNME ve SÜRTÜNME HAREKET KATSAYISININ BULUNMASI

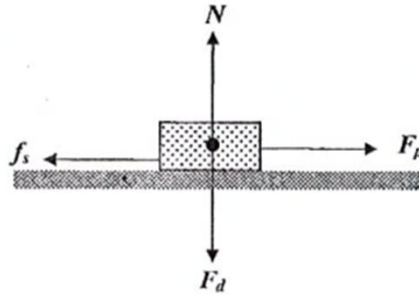
**Deneyin Amacı:** Sürtünme katsayısını bulmak ve sürtünmenin hareket üzerindeki etkisini incelemek

#### Kuramsal Ön Bilgi

Şekil-1'de görüldüğü gibi bir cismi yüzeye bastıran  $F_d$  dik kuvvetine karşılık yüzey de ters yönde, aynı şiddetle bir  $N$  tepki kuvveti ile cismi etkiler. Böyle bir  $F_p$  kuvveti cismi hareket ettirmeye çalışırsa, en büyük değeri,  $f_s^{max} = \mu N$  olan  $f_s$  sürtünme kuvveti hareketi engellemeye çalışır.

$f_s > F_p$  ise, cisim hareket etmez. Cisim dururken  $F_p$  artırılarak elde edilen  $\frac{F_s}{N} = \mu_s$  durgun (statik) sürtünme katsayısı, hareket sırasındaki  $\frac{F_s}{N} = \mu_k$  ile tanımlanan sürtünme katsayısına hareket (kinetik) sürtünme katsayısı denir.

Bir cisme ivme kazandıran kuvvet cisme etki eden toplama kuvvettir. Şekil-1'deki  $N$  ile  $F_d$  kuvvetlerinin toplamı sıfır olduğundan, toplam kuvvet  $F_p$  ile  $f_s$ 'nin farkı olacaktır.



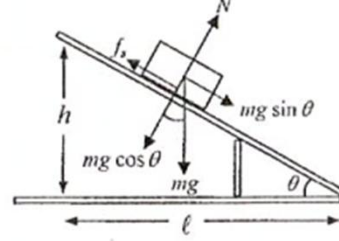
Şekil-1

Birbiriyle temas halinde olan iki yüzey arasında statik sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete zıt yönlüdür ve  $f_s \leq \mu_s N$  değerine sahiptir. Burada  $\mu_s$  statik sürtünme katsayısıdır ve boyutsuzdur.

Hareket eden bir cisme etki eden kinetik sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönüne zıt yönde oluşur ve  $f_k^{max} = \mu_k N$  değerine sahiptir.  $\mu_k$  kinetik sürtünme katsayısıdır ve boyutsuzdur.

Deneyel olarak  $\mu_s$  katsayısını belirlemek için aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi eğik düzlemde bir cisim alınabilir. Eğik düzlem üzerindeki kuvvetler Şekil-2'de görülmektedir. Eğik düzlemin eğim açısı, cisim hareket eşiğine ulaşıncaya kadar artırılır. Hareket eşiğinde eğik düzlemin eğim açısı tespit edilir. Bu kritik açı değerinden yararlanarak  $\mu_s$  bulunur.

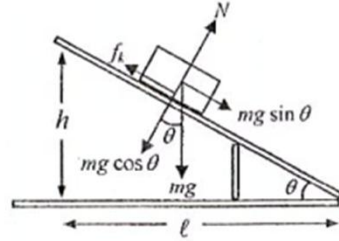
$$\begin{aligned} mg \sin \theta - f_s &= 0; & f_s &= \mu_s N \\ mg \sin \theta - \mu_s N &= 0 \\ mg \sin \theta - \mu_s mg \cos \theta &= 0 \\ \mu_s &= \tan \theta = \frac{h}{\ell} \end{aligned}$$



Şekil-2

Deneyel olarak  $\mu_k$  kinetik sürtünme katsayısını belirlemek için yine eğik düzlemde bir cisim alınabilir (Şekil-3). Cisim eğik düzlemde ya sabit süratle hareket ettirilmeli ya da ivmeli hareket ettirilmeli. İvmeli hareket ettirmek daha kolay olur. Bu bağlamda eğik düzlem kritik açı değerinin biraz üstünde bir değere ayarlanır ve cismin ivmeli hareket yapması sağlanır. Bu harekette cismin belli bir mesafeyi ne kadar sürede aldığı ölçülür. Bundan yararlanarak ivmesi hesaplanır ve denklemde yerine konularak  $\mu_k$  kinetik sürtünme katsayısı bulunur.

$$\begin{aligned} mg \sin \theta - f_k &= ma; & f_k &= \mu_k N \\ mg \sin \theta - \mu_k N &= ma \\ mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta &= ma \\ \mu_k &= \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta} \end{aligned}$$



Şekil-3

#### DENEY 1. Statik Sürtünme Katsayısı

##### Deneyin Yapılışı

- Bloğu çulha yüzeyi kayma düzlemine gelecek biçimde eğik düzlem üzerine yerleştiriniz.  $\theta$  açısını yavaş yavaş artırılarak bloğun harekete başladığı andaki  $\theta$  değerini belirleyiniz, tabloya yazınız. Deney üç defa tekrarlayınız.
- Her bir ölçüm için statik sürtünme katsayısını  $\mu_s = \tan \theta = \frac{h}{\ell}$  ifadesinden hesaplayınız, tabloya yazınız.
- Bulunan  $\mu_s$  değerlerinin ortalamasını alarak ortalama  $\mu_s$  değerini belirleyiniz.

	1.	2.	3.
$\theta$ değeri	25	27	26
$h$ değeri	16	15,8	15,9
$\ell$ değeri	35,5	35,6	35,5
Hesaplanan $\mu_s$ değerleri	0,48	0,46	0,50
Ortalama $\mu_s$	0,48		

Yorum: Yüzeyin hassas olduğunu öğrendik. Dokunmak gerekiyormuş. Açı ölçer kullanmayı öğrendik.

## DENEY 2. Kinetik Sürtünme Katsayısı

### Deneyin Yapılışı

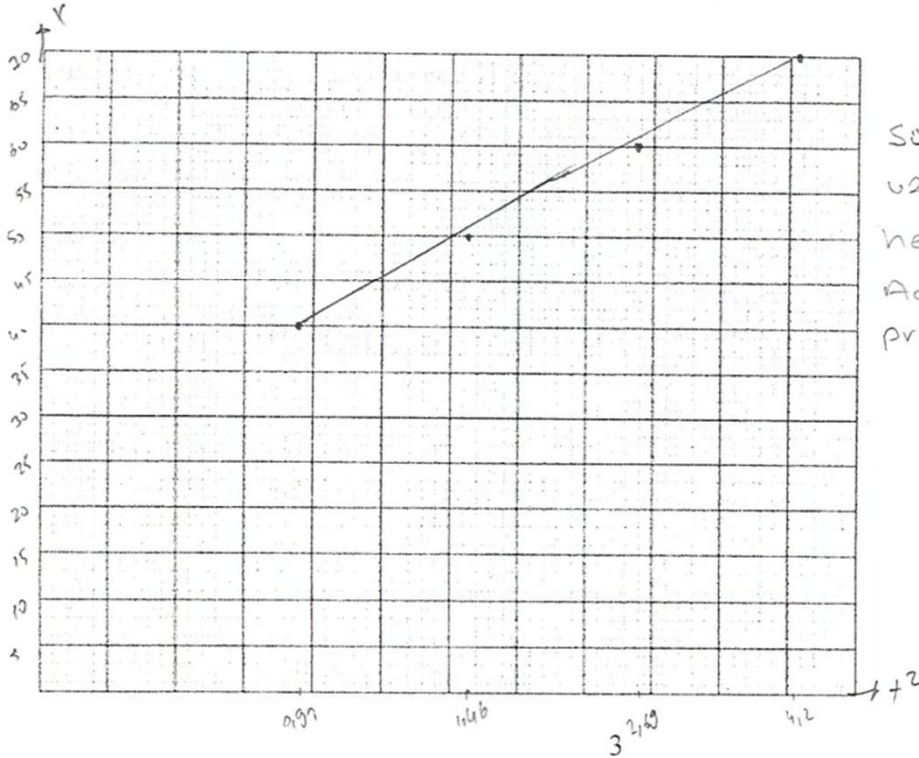
- Eğik düzlemi bloğun hareket eşiğinin biraz üzerindeki bir açı değerine ayarlayınız ve bu açı değerini tabloya yazınız.
- Bloğu serbest bırakınız ve tabloda görülen mesafeleri ne kadar sürede aldığını ölçülünüz. Her bir mesafe için deneyi iki defa yapınız, ölçüleri tabloya yazınız.
- Ölçülen sürelerin ortalamasını hesaplayınız.
- Bu ortalama sürelerinin karelerini hesaplayınız. Ortalama zamanlar ve yollar kullanılarak yol-zaman grafiğini çiziniz.  $x-t^2$  grafiğinden elde edilen doğrunun eğimi

$$\frac{\Delta x}{\Delta(t^2)} = \frac{1}{2}a \quad \text{olacaktır.}$$

- Grafikten  $a$  ivmesinin deneysel değerini bulunuz.
- $\mu_k = \frac{g \sin \theta - a}{g \cos \theta}$  ifadesinden kinetik sürtünme katsayısını hesaplayınız, tabloya yazınız.

$\theta$ (°)	26
--------------	----

$x$ (cm)	40	50	60	70	
$t$ (s)	$t_1$	0,73	0,93	1,25	1,62
	$t_2$	0,77	0,95	1,28	1,55
Ortalama $t$ (s)	0,75	0,94	1,265	1,58	
$t^2$ (s <sup>2</sup> )	0,56	0,88	1,58	2,49	
$a$ (cm/s <sup>2</sup> )	142,84	113,6	75,8	56,22	
$\mu_k$					



**Yorum:** İvmeyi hesapladık. Sürtünme katsayısının ve vucudlugun aqının İvmeyi hesabın, öğrendim. Açı ölçer kullanmayı pratikleştirdim