

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**MAKİNE TEORİSİ VE DİNAMİĞİ LABORATUARI  
DENEY FÖYÜ**

**DENEY ADI**  
MEKANİK TİTREŞİM DENEYİ

**DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ**  
Dr. Öğretim Üyesi Necati ULUSOY

**DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI**  
Dr. Öğretim Üyesi Necati ULUSOY

**DENEY GRUBU:**

**DENEY TARİHİ :**

**TESLİM TARİHİ :**

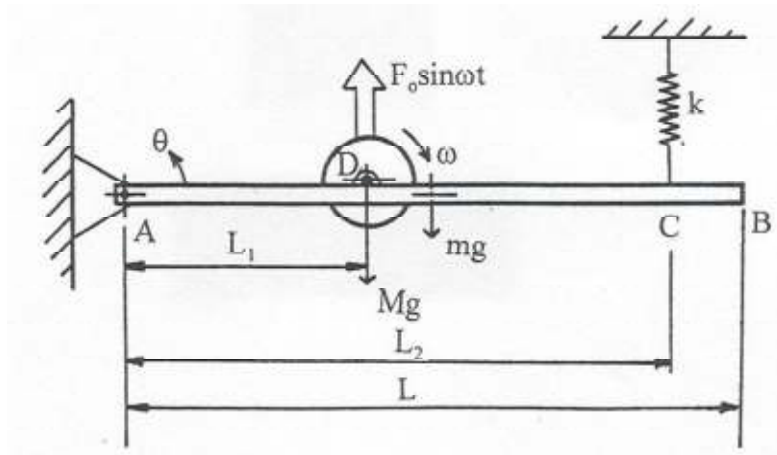


**DENEYİN ADI:** Mekanik Titreşim Deneyi

**DENEYİN AMACI:** Bir ucundan döner mafsalla ve bir noktasından düşey bir yay ile gövdeye bağlanmış bir yatay rijit kirişin serbest ve balanssız kütleyle sahip bir motorla harmonik zorlanmış titreşimlerinin deneysel olarak incelenmesi.

**TEORİK BİLGİ:** Bir sistemin dış kuvvet etkisi altındaki titreşimine zorlanmış titreşim denir. Titreşim yapan her fiziksel sistemde sürtünmelerden kaynaklanan az da olsa bir sönümlenme etkisi vardır. Bu nedenle sistemin başlangıç koşullarına ve kendi doğal frekansına bağlı hareketi zamanla sönerken bir süre sonra sistem sadece zorlayıcı kuvvetin etkisi ile zorlayıcı kuvvet frekansında titreşimini devam ettirir. Bu deneyde, bir rijit kiriş, yay ve balanssız motorla oluşturulmuş sistemin ihmal edilebilir sönüme sahip serbest ve harmonik kuvvetle zorlanmış titreşimi deneysel ve analitik olarak incelenecektir.

Şekil 1 de gösterilen deney sistemi, A noktasında döner mafsalla, C noktasında düşey bir yay ile gövdeye bağlanmış rijit AB kirişi ve kirişe D noktasında bağlı balanssız kütleyle sahip bir motordan oluşmaktadır.



Şekil 1 Deney Sistemi

Kirişin A etrafında yaptığı dönme hareketinin denklemi,

$$I_A \frac{d^2\theta}{dt^2} + k L_2^2 \theta = L_1 F_0 \sin \omega t$$

olarak yazılabilir. Burada,  $\theta$  kirişin  $A$  etrafında açısal yer değiştirmesi,  $k$  yay katsayısı,  $F_0$  balanssız kütlede doğan sinüzoidal kuvvetin genliği ve  $I_A$  kirişin  $A$  ya göre kütle atalet momentidir.

$$I_A = \frac{m L^2}{3} + M L_1^2$$

Burada  $m$  kiriş kütlesi  $M$  ise motor, ona bağlı yük askısı ve askıya asılan disklerin toplam kütlesidir.

Sistemin doğal açısal frekansı:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k L_2^2}{I_A}} \quad \left(\frac{rad}{s}\right)$$

Sistemin doğal frekansı:

$$f_n = \frac{\omega_n}{2\pi} \quad \left(\frac{1}{s} \equiv Hertz(Hz)\right)$$

**Rezonans:** Bir sönümsüz sistem doğal frekansına eşit frekansta bir harmonik kuvvetle zorlandığında sistemin hareketinin genliği sonsuza gider. Bu duruma rezonans denir. Yukarıda verilen kiriş hareket denkleminin  $t \rightarrow \infty$  iken özel çözümü,

$$\theta = \frac{L_1 F_0}{I_A(\omega_n^2 - \omega^2)} \sin \omega t$$

olur. Bu ifadeden  $\omega_n^2 = \omega^2$  için  $\theta$  nın genliğinin sonsuz olacağı ve dolayısı ile sistemin rezonansa gireceği görülmektedir. Ancak, her sistem çok az da olsa sürtünmelerden dolayı bir sönüme sahip olacaktır. Sönümlü sistemin rezonans halinde genlik sonsuz olmaz.

**Logaritmik düşüş:**

$$\delta = \frac{1}{n} \ln \frac{x_1}{x_n}$$

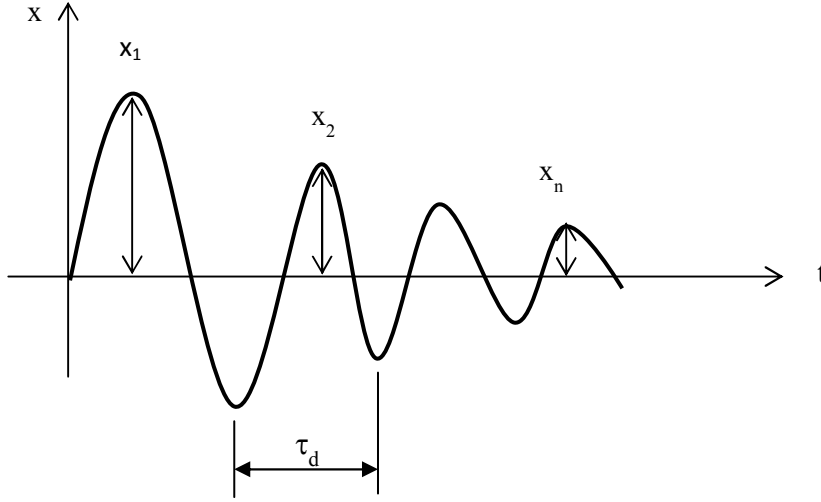
Sönüm oranı:

$$\xi = \frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$$

Periyot:  $\tau_d$

Doğal açısal frekans:

$$\omega_n = \frac{2\pi}{\tau_d \sqrt{1 - \xi^2}}$$



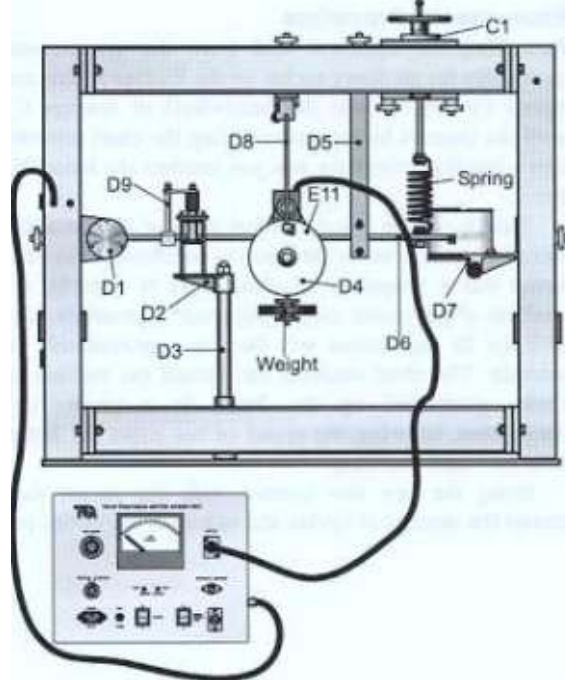
## DENEYDE KULLANILAN DÜZENEK

Deney düzeneği (şekil 2) aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.

Rijit kiriş (D6): Bir ucu dönen bir yatağa (D1), dıştaki ucuna yakın noktada yayla bağlanmıştır. Yayın diğer ucu ise, çerçevenin en üstteki elemanına sabitlenmiş olan C1 kelepçesine civatayla bağlanmıştır. Bu kelepçe sayesinde, yayın kirişin ucuna göre olan pozisyonu ayarlanabilir.

Motor ünitesi (D4): Kirişe rijit olarak civatalanmıştır. Motorun altına takılmış olan askı ek kütleler için kullanılmaktadır. Harmonik zorlayıcı kuvvet, motor miline bağlanmış olan balanssız diskin döndürülmesiyle sağlanır. Zorlama frekansı ise hız kontrol ünitesi yardımıyla dönme hızını değiştirerek ayarlanır.

Çerçevenin sağ tarafındaki düşey elemanına sabitlenmiş çizici (D7) ile titreşimin grafiği elde edilir.



Şekil 2 Deney Düzenegi

## DENEYDE YAPILAN İŞLEMLER

1.  $L_1$ ,  $L_2$  ve  $L$  uzunlukları ölçülür, motor askısına eklenecek disk sayısı belirlenip (deneyi yaptıran öğretim elemanınca grup için belirtilecek) kaydedilir.
2. C1 braketinin el tekeri ayarlanarak kiriş yatay pozisyona getirilir.
3. Motor elektrik kablosu kontrol ünitesi üzerindeki yardımcı prizden çekilir.
4. Yay katsayısının bulunması için yayın altındaki askıya diskler asıp yayda meydana gelen uzama miktarları ölçülür.
5. Çizicinin kalemi kağıda hafifçe degecek şekilde ayarlanır.
6. Kirişin B ucu el ile bir miktar aşağı çekilip bırakılarak serbest titreşim hareketi çizici ile kağıda 6 saniye boyunca kaydedilir.
7. Elde edilen grafik üzerindeki tepe sayısı (TS) belirlenir. Bu sayının 6 ya bölümü sistemin yaklaşık doğal frekansını verir ( $f_n = TS/6$  Hertz).
8. Motor elektrik kablosu kontrol ünitesi üzerindeki yardımcı prize takılır.
9. Motor devrini, kontrol ünitesi üzerinden TS (7. Adımda ölçülen) nin yaklaşık 10 katı devir/dakika olacak şekilde ayarlayarak kirişe zorlayıcı kuvvet uygulayıp, kirişin zorlanmış titreşim hareketi çizici ile kağıda kaydedilir.

Tablo 1 Deney sistemi ile ilgili bazı parametre değerleri

Kiriş kütlesi, $m$	1,939 kg
Motor toplam kütlesi, $M$	$3,027 + 0,4 \times (\text{asılan disk sayısı})$ kg

### DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI

1. Verilen kütle değerlerini ve ölçülen  $L_1$ ,  $L_2$  ve  $L$  uzunluklarını kullanarak  $I_A$  kütle atalet momentini hesaplayın.
2. Yay katsayısını hesaplayın.
3. Sistemin doğal frekansını hesaplayın ( $\omega_n$  ve  $f_n$ ). Deneyin 7. adımında elde edilen sonuçla karşılaştırın.
4. Deneyin 6. adımında kaydedilen grafikten sistemin sönüm oranını ve doğal frekansını logaritmik düşüş denklemlerini kullanarak hesaplayın.
5. Deneyin 9. adımında kaydedilen grafikten zorlanmış titreşimin frekans ve genlik değerlerini hesaplayın.
6. Elde ettiğiniz tüm deneysel ve analitik sonuçları karşılaştırıp yorumlayın.