



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**TEMEL FİZİK II LABORATUARI**  
**DENEY KİTAPÇIĞI**  
**(ELEKTRİK)**

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ  
FİZİK BÖLÜMÜ

## DENEY LİSTESİ

- 1) ÁEVHA KAPASİTÖRDE ELEKTRİK ALAN TAYİNİ
- 2) ÁLTERNATİF AKIM FREKANSI
- 3) OHM KANUNU
- 4) ÁLTERNATİF AKIM DEVRESİNDE KAPASİTANS TAYİNİ
- 5) AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVETLERİN ÖLÇÜMÜ

**DENEY NO : 1**

**DENEYİN ADI : LEVHA KAPASİTÖRDE ELEKTRİK ALAN TAYİNİ**

**AMAÇ** : Levhalar arasındaki uzaklık sabit tutularak gerilim ile elektrik alan arasındaki ilişkinin ve gerilim sabit tutularak levhalar arası uzaklık ile elektrik alan arasındaki ilişkinin incelenmesi

**ARAÇLAR** : Levha kapasitör (283x283 mm), elektrik alan ölçer, 0-600V DC güç kaynağı, dijital multimetre

### **GENEL BİLGİ**

Kapasitörün levhalar arasındaki  $E$  elektrik alan için Maxwell denklemleri aşağıdaki şekilde verilir:

$$\begin{aligned}\vec{\nabla} \times \vec{E} &= -\vec{B} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{D} &= \rho\end{aligned}$$

Kararlı durumda, levhalar arası boşken Maxwell denklemleri

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0 \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = 0 \quad (2)$$

olur.

Kondansatörün levhalarından biri  $y$ - $z$  düzlemine, diğeri ona paralel olacak şekilde  $d$  uzaklığına yerleştirilirse, Denklem (2)'den  $E$ 'nin  $x$  yönünde ve düzgün bir elektrik alan olduğu bulunur.  $\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$  durumunda herhangi bir skaler  $\phi$  alanının gradiyenti

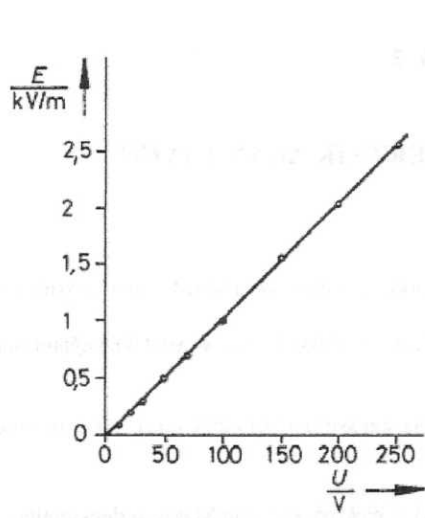
$$\vec{E} = -\text{grad}\phi = \frac{\partial\phi}{\partial x}$$

dir.  $E$ , düzgün bir elektrik alan olduğundan:

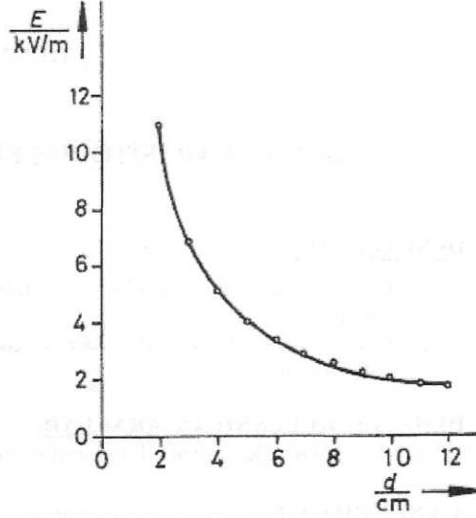
$$E = \frac{\phi_1 - \phi_0}{x_1 - x_2} = \frac{U}{d} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilebilir. Denklemde potansiyel farkı uygulanan  $U$  gerilimine eşit ve  $d$  levhalar arasındaki uzaklıktır.

Şekil 1’de sabit  $d$  uzaklığında  $E$ ’nin  $U$ ’ya bağlı çizilen grafiği verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi  $E$  ve  $U$  birbirleriyle doğru orantılıdır. Şekil 2’de ise sabit  $U$  geriliminde  $E$ ’nin  $d$ ’ye bağlı olarak çizilen grafiği verilmiştir. Buradan görüldüğü gibi  $E$  ve  $d$  birbirleriyle ters orantılıdır.



Şekil 1 Levhalar arasındaki gerilime bağlı olarak elektrik alan

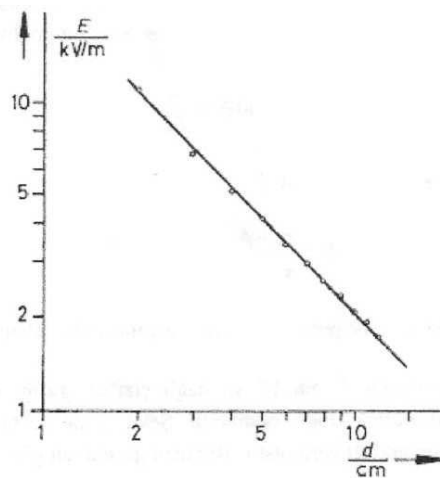


Şekil 2 Levhalar arası uzaklığa bağlı olarak elektrik alan

Eşitlik (3)’ün her iki tarafının logaritması alındığında

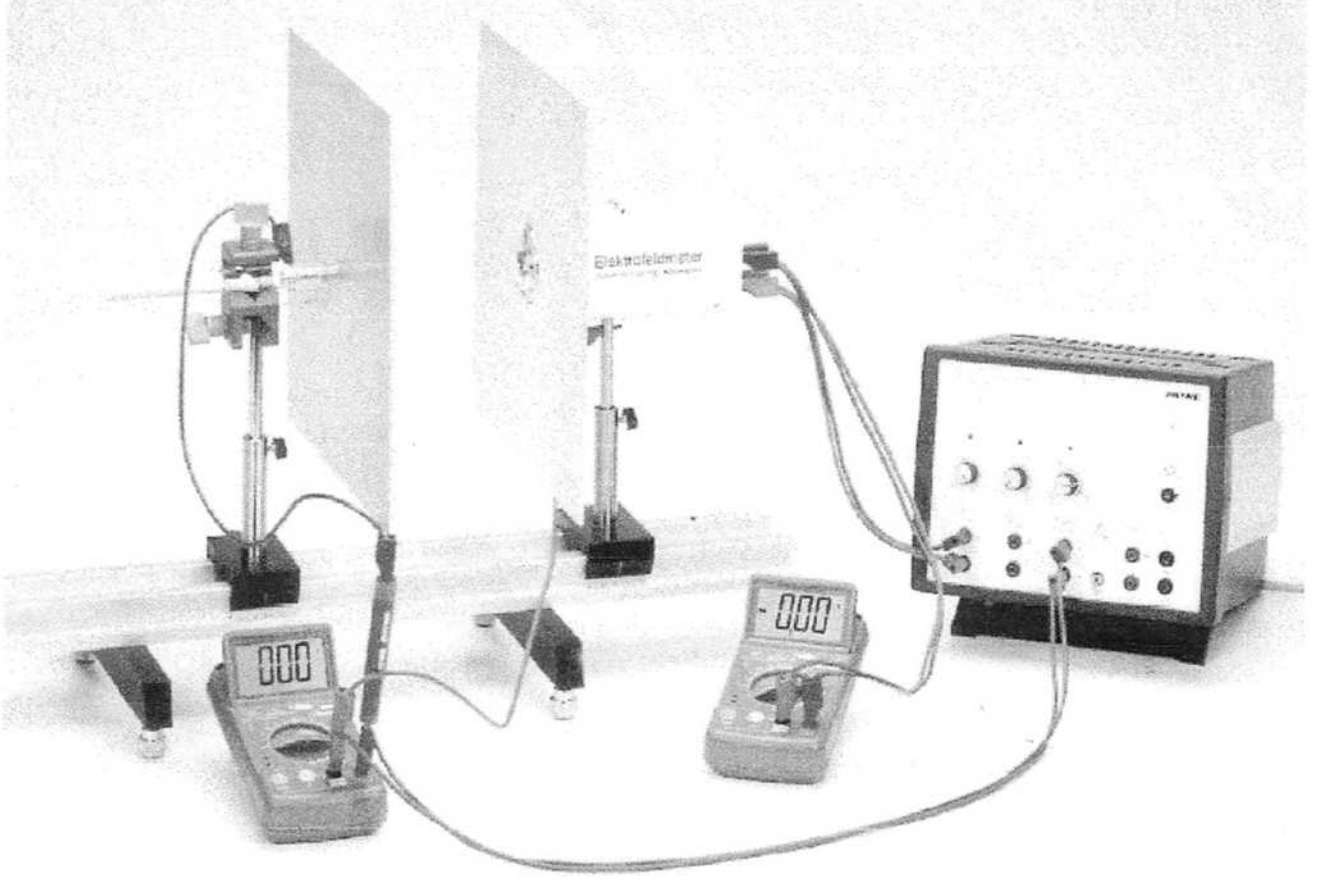
$$\log E = \log \frac{U}{d} = \log U - \log d$$

ifadesine ulaşılır. Buna göre Şekil 2’de kullanılan değerlerin logaritmik grafiği çizilirse Şekil 3’teki grafik elde edilir ve elektrik alanda doğrusal bir azalma gözlenir.



Şekil 3 Sabit  $U$  geriliminde logaritmik olarak  $E$ ’nin  $d$ ’ye bağlı değişimi

## DENEYİN YAPILIŞI



Őekil 4 Deney dűzeneęi

1. Deney dűzeneęini Őekil 4'te gűrűldűęű gibi kurunuz. İlk olarak gerilim  $U=0$  V iken elektrik alan ۆlçerin 0 deęerini gűsterdięini kontrol ediniz.  $d=10$  cm iken çeŐitli gerilim deęerleri için elektrik alan deęerlerini ۆlçűnűz.
2.  $U=200$  V sabit geriliminde, levhalar arası uzaklıęı 2 cm'den 12 cm'ye kadar arttırarak elektrik alan deęerlerini ۆlçűnűz.

Her iki ۆlçűműn deęerlerini milimetrik kaęıda çizerek yorumlayınız ve hata hesaplarını yapınız.

**DENEY NO** : 2

**DENEYİN ADI** : ALTERNATİF AKIM FREKANSI

**AMAÇ** : Kararlı dalga yöntemi ile alternatif akım frekansının ölçülmesi

**ARAÇLAR** : Çıkışı 10-15V olan bir transformatör, 2A'lık bir ampermetre, reosta, anahtar, kütlesi bilinen 1 m uzunluğunda ince tel, telin tutturulacağı tahta takoz, makara, kefe, kütleler, U mıknatıs

### GENEL BİLGİ

Bir B manyetik alan içerisinde bulunan ve üzerinden  $i$  akımı geçen  $dL$  boyundaki bir iletkene etkiyen kuvvet

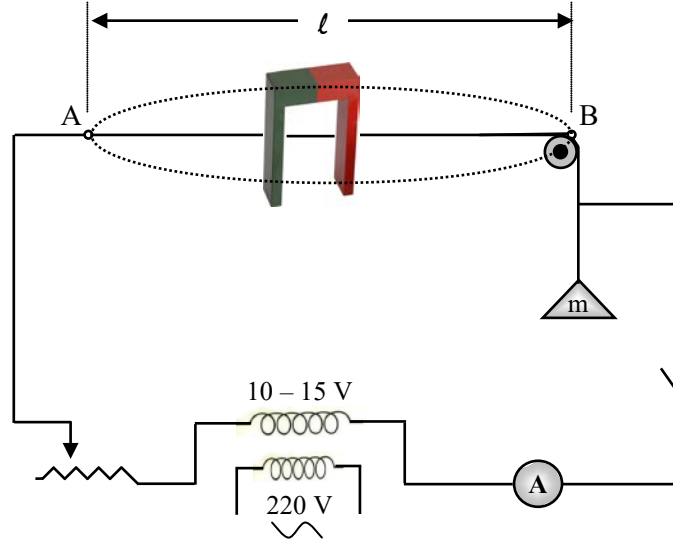
$$d\vec{F} = id\vec{L} \times \vec{B}$$

şeklinde yazılır. İletkenin doğrusal ve manyetik alanın düzgün olması halinde bu kuvvet

$$F = iBL \sin \theta$$

olur. Buradaki  $\theta$ , iletkenin doğrultusu ile manyetik indüksiyon vektörü arasındaki açıdır. İletken üzerinden geçen akım alternatif olunca kuvvet de alternatif olur ve frekansı, alternatif akım frekansı ile aynıdır. Uygun bir deney düzeneği ile bu kuvverin frekansını ölçersek, alternatif akımın frekansını da ölçmüş oluruz.

Aşağıdaki deney düzeneğinde boyu  $L$  olan telin bir ucu takozun A ucuna tutturulmuş, diğer ucu da B deki sabit makaradan geçirilip ucuna kefe bağlanmıştır. Bu kefeye kütleler koyularak telin değişik kuvvetlerle gerilmesi sağlanmaktadır. Telin orta kısmına, takoz üzerine bir U mıknatıs yerleştirilerek telin bu mıknatısın kutupları arasından geçmesi sağlanmıştır. Telin A ucu bir reosta, B ucu da bir anahtar ve ampermetre ile alternatif güç kaynağının 10-15 Voltluk çıkış uçlarına bağlanmıştır.



Devreden akım geçince telin mıknatısın arasında kalan kısmı manyetik kuvvetin etkisinde kalır ve aşağı yukarı titreşime zorlanır. Kuvvetin frekansı, gergin telin doğal titreşim frekanslarından birine eşit olunca, rezonansa gelen tel, maksimum genlikle titreşmeye başlar. Telin doğal frekansını, alternatif akım frekansına eşitlemek için telin gerginliği kefedeki kütleler ile ayarlanır.

Rezonans halinde telin A ve B uçlarında düğüm, ortasında ise karın noktası oluşacak şekilde tel üzerinde bir kararlı dalga meydana gelir. Bu durumda telin A-B noktaları arasında kalan  $l$  boyu ile kararlı dalganın  $\lambda$  dalga boyu arasındaki bağıntı aşağıdaki gibidir:

$$l = \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

Diğer taraftan enine titreşimin tel üzerindeki  $v$  yayılma hızı, dalga boyu ve frekans cinsinden şöyledir:

$$v = \lambda \cdot f \quad (2)$$

Teli geren kuvvet  $P$  ve telin boyca yoğunluğu  $\mu$  cinsinden  $v$  hızı tekrar yazılırsa

$$v = \sqrt{\frac{P}{\mu}} \quad (3)$$

olur. (1), (2) ve (3) eşitlikleri birleştirilerek titreşim frekansı şöyle bulunur:

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{P}{\mu}} \quad (4)$$

Böylece titreşim frekansına eşit olan alternatif akım frekansı  $l$ ,  $P$  ve  $\mu$  yardımı ile ölçülebilir hale gelir.

### **DENEYİN YAPILIŞI**

1. Şekildeki devreye göre deney düzeneğini kurunuz.
2. Anahtarı kapatarak devreden 0-1A arasında akım geçiriniz.
3. Kefedeki kütleleri değiştirerek A ve B noktalarında düğüm, orta noktada karın olacak şekilde tel üzerinde kararlı dalgayı oluşturunuz.
4. Anahtarı açınız, kefe ile birlikte içindeki kütlelerin ağırlıklarını (  $P = mg$  ) kaydediniz. Telin A-B noktaları arasında kalan uzunluğunu (  $l$  ) ölçünüz.
5. Aynı cins telden ayrıca belli uzunlukta bir parça alarak tartınız ve telin kütlelerini uzunluğuna bölerek boyca yoğunluğunu (  $\mu$  ) hesaplayınız.
6. Aldığımız ölçümleri (4) numaralı eşitlikte yerine koyarak frekansı bulunuz.
7. Bulduğunuz frekans üzerindeki hata payını hesaplayınız.

NOT : 1- C.G.S. Birim sistemini kullanınız.

2- Devreden akım geçtiği halde tel titreşmez ise kefeyi elle aşağı veya yukarı hafifçe oynatarak hangi durumda telin titreştiğini anlayıp buna göre kütleleri koyunuz veya alınız.



**AMAC:** Bir iletkenin uçları arasındaki gerilim farkı ve üzerinden geçen akım şiddetini ölçerek Ohm Yasasını doğrulamak

**ARAÇLAR:** Voltmete , ampermetre , reosta , güç kaynağı ve çeşitli dirençler

**GENEL BİLGİLER:**

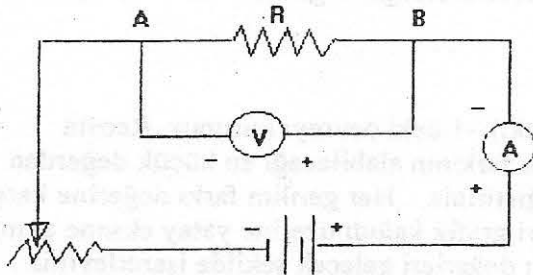
Elektrikle ilgili gözlemler elektrik ölçü araçları ile yapılır. Başlıca temel ölçü araçları ; voltmetre ve ampermetredir. Voltmetre , bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçmek için kullanılır ve devreye paralel bağlanır .

Ampermetre ise devreden geçen akımı ölçer ve devreye seri bağlanır.

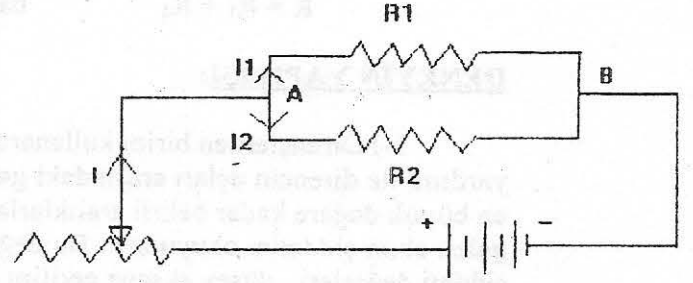
Şekil - 1 deki A ve B uçları arasındaki gerilim farkı  $V = V_A - V_B$  ve bu koldan geçen akım şiddeti I ise , Ohm Yasasına göre V ile I arasındaki bağıntı ;

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots (1)$$

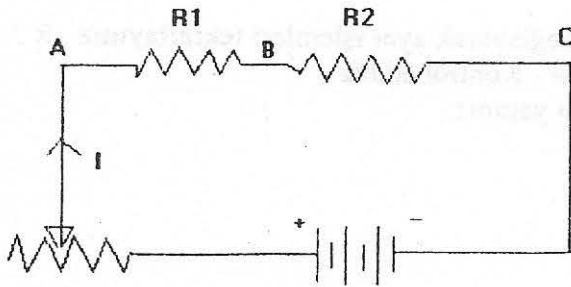
gibidir. Burada R , A ile B uçları arasındaki devre elemanlarının direncidir. Birimi Ohm dur. Çoğu devre elemanları için R sabittir.



Şekil - 1



Şekil - 2



Şekil - 3

Dirençleri  $R_1$  ve  $R_2$  olan iki devre elemanı şekil – 2 de görüldüğü gibi paralel bağlandığında A ve B uçları arasında gözlenecek eşdeğer dirence R dersek :

$$V_{AB} = I \cdot R$$

$$V_{AB} = I_1 \cdot R_1$$

$$V_{AB} = I_2 \cdot R_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

bağıntıları geçerlidir.

R ,  $R_1$  ve  $R_2$  arasında

$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2 \quad ( 2 )$$

bağıntısı olduğu görülebilir. Dirençleri  $R_1$  ve  $R_2$  olan iki devre elemanı Şekil – 3 de görüldüğü gibi seri olarak bağlandığında AC uçları arasında gözlenecek eşdeğer dirence R dersek,

$$V_{AC} = I \cdot R$$

$$V_{AB} = I \cdot R_1$$

$$V_{BC} = I \cdot R_2$$

$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$   
arasında

bağıntıları geçerli olur . Bu bağıntılardan R ,  $R_1$  ,  $R_2$

$$R = R_1 + R_2$$

bağıntısının olduğunu görebiliriz. ( 3 )

### DENEYİN YAPILISI:

1-) Dirençlerden birini kullanarak Şekil –1 deki devreyi kurunuz. Reosta yardımı ile direncin uçları arasındaki gerilim farkının alabileceği en küçük değerden en büyük değere kadar belirli aralıklarla değiştiriniz. Her gerilim farkı değerine karşı gelen akım şiddetini okuyunuz . Bu değerleri grafik kağıdı üzerine yatay eksene akım şiddeti değerleri , düşey eksene gerilim farkı değerleri gelecek şekilde işaretleyiniz . Grafik kağıdı üzerindeki noktalardan geçecek en uygun doğruyu çiziniz . Bu değer kullandığınız elemanın direncine (  $R_1$  ) eşittir.

2-) Diğer direnci kullanarak yukarıdaki işlemleri tekrarlayınız ve  $R_2$  yi tayin ediniz.

3-) Dirençleri birbirine paralel bağlayınız ve eşdeğer direnci yukarıdaki yöntemle tayin ediniz . R ,  $R_1$  ,  $R_2$  değerlerinin ( 2 ) bağıntısına uyup uymadığını kontrol ediniz.

4-) Bu defa dirençleri birbirine seri bağlayarak aynı işlemleri tekrarlayınız . R ,  $R_1$  ,  $R_2$  değerleri ( 3 ) bağıntısını sağlamalıdır . Kontrol ediniz .

5-) Hesaplamalarınız için hata hesabı yapınız .

**DENEY NO** : 4

**DENEYİN ADI** : **ALTERNATİF AKIM DEVRESİNDEKİ KAPASİTANSIN TAYİNİ**

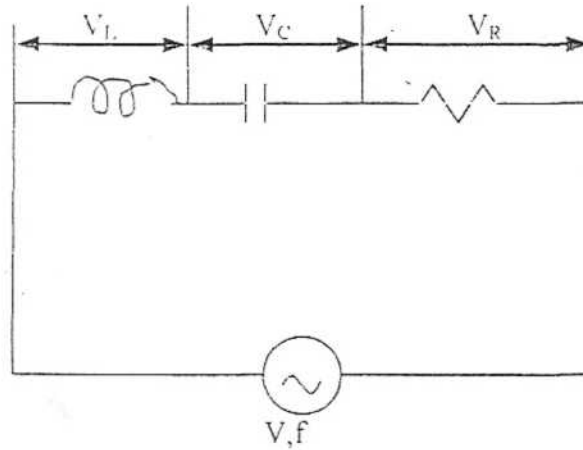
**AMAÇ** : Bir kondansatörün sığasının (kapasitansının) ve üzerinden geçen akım ile gerilim arasındaki faz farkının bulunması

**ARAÇLAR** : 250V'oltluk voltmetre, ampermetre, reosta, lamba, kondansatör

### GENEL BİLGİ

Bir alternatif akım devresinde R, C ve L elemanları Şekil 1'de görüldüğü gibi seri halde bağlandığında Ohm kanununa göre devreden geçen akım

$$I = \frac{V}{Z}$$



Şekil 1

olur. Burada  $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$  devrenin empedansı,  $X = X_L - X_C$  reaktans,  $X_L = 2\pi f L$  indüktif reaktans,  $X_C = 1/(2\pi f C)$  ise kapasitif reaktanstır. Böyle bir devrede gerilim ile akım arasındaki faz farkı

$$\phi = \arctan \frac{X}{R}$$

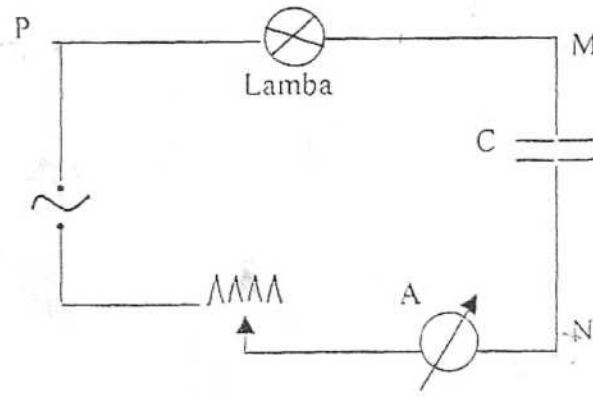
dir. Devrede sadece bir kondansatör bulunuyorsa  $R=0$  ve  $Z=X_C$  olacağından kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkı

$$V_C = I X_C = \frac{I}{2\pi f C}$$

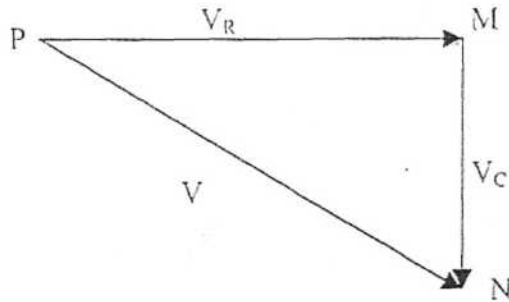
ve faz farkı

$$\phi = -\frac{\pi}{2}$$

olur. Devrede sadece direnç olması durumunda ise  $X=0$  olduğundan gerilim ile akım arasındaki faz farkı sıfır olacaktır.



Şekil-2



Şekil-3

## DENEYİN YAPILIŞI

1. Şekil 2'deki devreyi kurunuz ve Őehir cereyanına bađlamadan önce asistana kontrol ettiriniz.
2. Devreden geçen akımın etkin değerini okuyunuz.
3. PM, MN, ve PN noktalan arasındaki  $V_r$ ,  $V_C$ ,  $V$  gerilim değerlerini voltmetre ile okuyunuz.
4. Uygun lek kullanarak Şekil 3'teki geni çiziniz.
5. Kondansatörün uçları arasındaki  $V_c$  gerilimi ile akım arasındaki faz farkını ve devrenin uçları arasındaki  $V$  voltajı ile akım arasındaki faz farkını açıölçer ile ölçerek bulunuz.
6.  $V_C = \frac{I}{2\pi f C}$  bağıntısından  $C$  değerini hesaplayınız.
7. Devreden geçen akımı reosta yardımıyla değerştirerek deneyi tekrarlayınız.

**Not:**  $f=50$  Hz

### **DİKKAT!!!**

Gerilim lmelerinde kaza olmaması için önce voltmetreyi gereken uçlara bağladıktan sonra devreye akım veriniz.

**DENEY NO** : 5

**DENEYİN ADI** : AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVETLERİN ÖLÇÜMÜ

**AMAÇ** : Bu deneyde, düzgün ve statik bir  $\vec{B}$  manyetik alanı içerisinde  $\vec{I}$  elektrik akımını taşıyan tele etkiyen bir kuvvet olduğunun gözlenmesi ve bu kuvveti, ( $\vec{B}$  ve  $\vec{I}$  arasındaki)  $\theta$  açısı, tel uzunluğu  $l$  ve  $\vec{I}$  akımına bağlı olarak incelenecektir.

**ARAÇLAR** : Dijital terazi, akım kaynağı, değişken döngü boylu akım devresi, döner bobin seti, 2 adet sabit mıknatıs grubu, taşıyıcı tabla ve çubuk, bağlantı kabloları

## GENEL BİLGİ

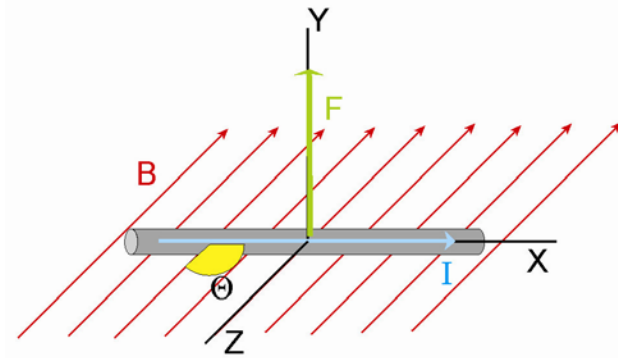
Tel üzerine etki eden manyetik kuvvet Lorentz denklemiyle açıklanmaktadır;

$$\vec{F} = \vec{I}l \times \vec{B} \quad (1)$$

Burada  $\vec{I}$ , akım vektörünü  $l$ , telin manyetik alan içinde kalan boyunu ve  $\vec{B}$ , manyetik alan vektörünü göstermektedir (Şekil 1). Bu kuvvetin büyüklüğü;

$$F = IlB \sin\theta \quad (2)$$

denklemleriyle açıklanabilir. Burada  $\theta$  şekilde de gösterildiği gibi  $I$  ve  $B$  arasındaki açıdır

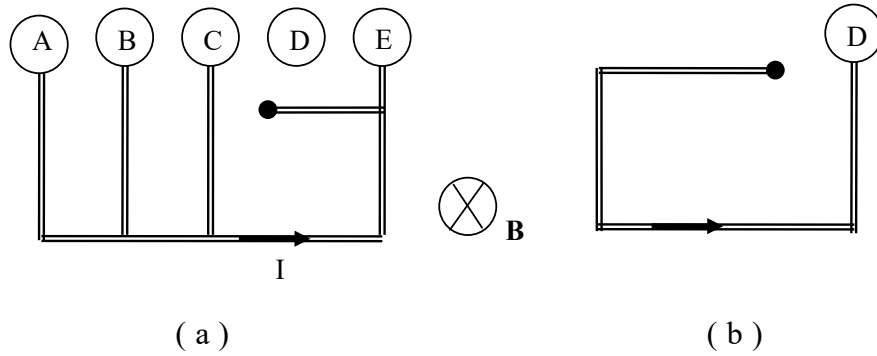


**Şekil 1:** Manyetik alan içine yerleştirilmiş akım taşıyan tel

Bu deneyin ilk kısmında manyetik alanın akımın yönüne dik olduğu varsayıldığından Eşitlik (1) aşağıdaki şekilde basitleştirilebilir.

$$F = I l B \quad (3)$$

Akım Şekil.2’de gösterilen daha önceden hazırlanmış akım döngüleri boyunca akacaktır. Eşitlik (1)’deki  $l$  uzunluğu mıknatısın kutupları arasındaki akım geçen telin yatay uzunluğunu göstermektedir. Buna test uzunluğu diyeceğiz.  $l$  uzunluğu 1 ile 7 birim arasında değiştirilebilir ve her birim yaklaşık 1 cm boyundadır. Deneyi yaparken kullandığınız test uzunluklarını ölçmeniz gerekmektedir. Akım döngüleri, üzerinde ampermetre bulunan bir doğru akım kaynağına bağlanacaktır. Eğer manyetik alan şekilde gösterildiği gibi ise (sayfa düzleminden içeri doğru) mıknatıs üzerinde istenilen yönde kuvvet oluşturulabilmesi için akım yönü şekilde gösterildiği gibi olmalıdır (Bu konu deneyin yapılışı bölümünde daha ayrıntılı açıklanacaktır).



Şekil 2: Akım devresi a) önden görünüş, b) arkadan görünüş

Akım döngüsü	Test uzunluğu $l$
AB veya BC	1 birim
AC veya CE	2 birim
BE veya ED	3 birim
AE	4 birim
CD	5 birim
BD	6 birim
AD	7 birim

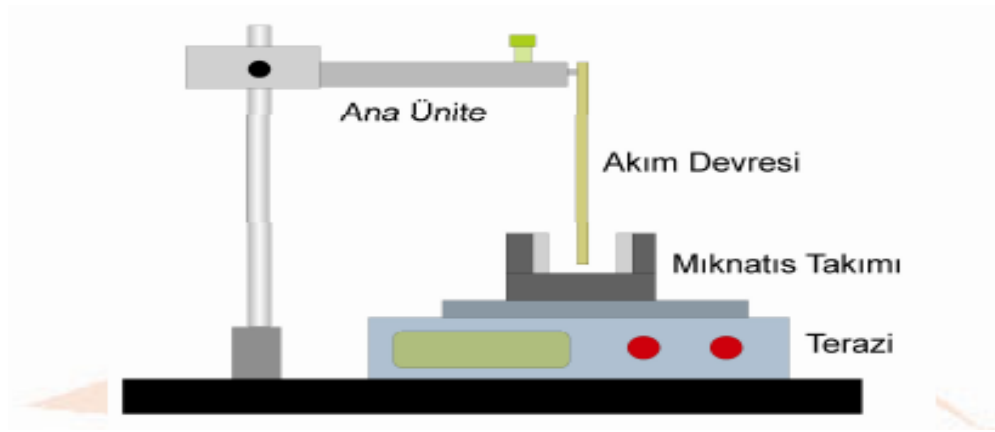
Tablo 1 : Akım döngüsündeki tel uzunlukları

## DENEYİN YAPILIŞI

**DİKKAT : Akım döngülerinden geçen akım 5 amperi geçmemelidir.**

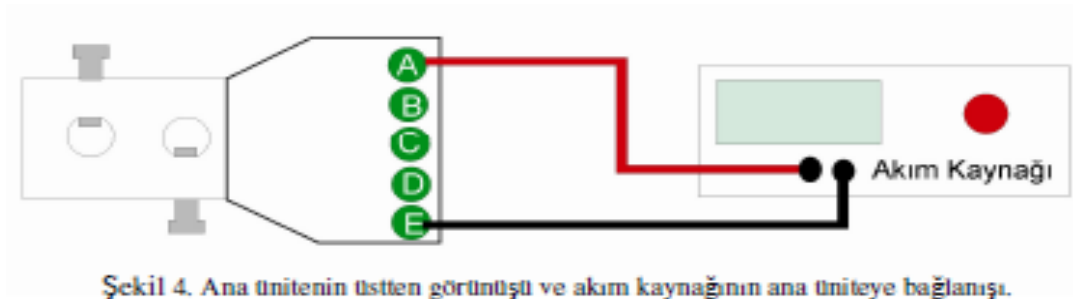
### **Bölüm 1 : Manyetik kuvvetin akımla değişmesi**

1. 5mm aralıklı mıknatıs grubunu terazi üzerine yerleştiriniz.
2. En uzun  $l$ 'ye sahip akım döngüsünü seçin ve bu uzunluğu kaydedin.
3. Akım döngülerinin bulunduğu akım devresini aşağıya doğru uzayacak şekilde ana üniteye takın. Devre yüzeyinin aşağıya dönük olduğundan emin olun. ( Şekil.3.'e bakın)



Şekil.3. Akım terazisinin kurulumu ( yandan görünüş )

4. Akım devresini alt kısmı mıknatıs grubunun kutupları arasından geçecek şekilde yerleştirin. Akım devresi düzleminin mıknatıs grubuna paralel olduğundan ve mıknatısa değmediğinden emin olun. Eğer gerekiyorsa ana ünitenin yüksekliğini ayarlayın.
5. Devrede akım yokken dijital terazinin tara "tare" butonuna basarak göstergede 0.00 gram değerini görün.
6. Akım kaynağını devreye bağlayın. ( Şekil.4. bakın )



Şekil 4. Ana ünitenin üstten görüntüsü ve akım kaynağının ana üniteye bağlanması.



7. Devredeki akımı en fazla **5.0 ampere** çıkana kadar **0.5 amperlik** adımlar halinde artırın. Her akım değeri için mıknatıs takımının yeni kütlesini dijital teraziden okuyun. Eğer akım arttıkça mıknatıs takımının kütlesi azalıyorsa manyetik alan içerisindeki akımın yönü Şekil 2 de gösterildiği gibi değildir. Bu durumda ana üniteadaki bağlantılarını ters çevirin.
8. Ölçümlerinizi akım değerleri ile bunlara karşılık gelen dijital teraziden okunan kütle değerlerini Tablo 2' ye yazın.
9. Okunan kütle değerini  $g = 9.8m / s^2$  ile çarparak manyetik kuvvet  $F$  değerini hesaplayın ve Tablo 2' ye yazın.
10. Manyetik kuvveti( $F$ ) akımın( $I$ ) fonksiyonu olarak çizin.
11. Grafiğe en uygun olan doğruyu grafik kâğıdına el ile çizip eğimini bulun.
12. En uygun doğrunun eğimi (eşitlik 2'den görüleceği gibi)  $IB$ 'ye karşılık gelmektedir. (akım geçen telin uzunluğu ile manyetik alanın vektörel çarpımı ).
13. Grafiğinizin eğiminden yararlanarak mıknatısın yarattığı manyetik alanın gücünü bulun.

**Tablo 2**

I (A)	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
0,5		
1		
1,5		
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		
5		

## **Bölüm 2 : Manyetik kuvvetin tel uzunluğu ile değişmesi**

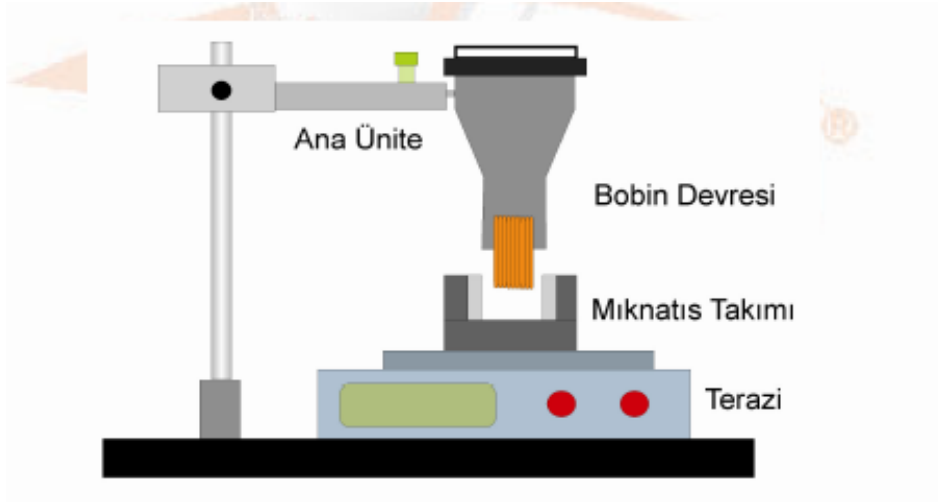
1. Önceki bölümde kurulan düzeneği bozmadan akımı sıfırlayın.
2. Tel uzunluğunu en kısa olacak şekilde ayarlayıp akım devresini ana üniteye bağlayın.
3. Dijital terazinin tara “tare” butonuna basarak ekranda 0.00 gramı değerini okuyun.
4. Akımı **3 ampere** ayarlayarak bu tel uzunluğu için terazinin gösterdiği değeri okuyup kaydedin.
5. Akımı sıfırlayın ve akım kaynağı bağlantılarını ana üniteden çıkarın.
6. 3, 4 ve 5 no’lu adımları farklı tel uzunlukları için tekrarlayın.
7. Akım devresinin denenen uzunlukları ve karşılık gelen kütle değerlerini Tablo 3’ e yazın.
8. Okunan kütle değerini  $g = 9.8m/s^2$  ile çarparak manyetik kuvvet  $F$  değerini hesaplayın ve değerleri Tablo 3’ e yazın.
9. Manyetik kuvveti ( $F$ ) tel uzunluğunun ( $l$ ) fonksiyonu olarak grafik kağıdına el ile çizin.
10. Grafiğe en uygun olan doğrunun eğimini bulun.
11. Bu doğrunun eğimi (eşitlik 2’den görüleceği gibi)  $IB$  çarpımına eşittir. Bu çarpım akım ile manyetik alan kuvvetinin vektörel çarpımıdır. Doğrunun eğimini kullanarak mıknatısın yarattığı manyetik alan gücünü bulun. Bu değeri Bölüm 1’de elde ettiğimiz değer ile karşılaştırın.

**Tablo 3**

I (A)	Uzunluk	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
AB veya BC	1 birim		
AC veya CE	2 birim		
BE veya ED	3 birim		
AE	4 birim		
CD	5 birim		
BD	6 birim		
AD	7 birim		

### **Bölüm 3 : Manyetik kuvvetin açı ile değişmesi**

1. 22 milimetrelik mıknatıs takımını dijital terazinin üzerine yerleştirin.
2. Dönen bobin devre ünitesindeki tel uzunluğunu ölçüp kaydedin.
3. Dönen bobin devresini, bobin tarafını aşağıya gelecek şekilde ana üniteye takın.



Şekil.5. Akım terazisinin kurulumu ( yandan görünüş )

4. Dönen bobin devresindeki tel kısmı mıknatıs takımının kutupları arasından geçecek şekilde yerleştirin. Bu kısım mıknatıslara kesinlikle değmemelidir. Tel yüzeyinin mıknatıs takımına paralel olduğundan emin olun. Eğer gerekiyorsa ana ünitenin yüksekliğini ayarlayın.
5. Bobinden akım geçmezken dijital terazinin tara "tare" butonuna basarak göstergede 0.00 gram değerini görün.
6. Akım kaynağını devreye bağlayın.
7. Açığı bobin teli manyetik alana paralel olacak **şekilde 0 dereceye ayarlayın**. Akımı 3 amper gibi sabit bir değere ayarlayın. Terazideki kütle değerlerini kaydedin. Eğer bu değerler akım arttıkça azalıyorsa manyetik alan içerisindeki akım yönü Şekil.2.'de gösterildiği gibi değildir. Bu durumda ana üniteye bağlı bağlantıları ters çevirin.
8. Bobini saat yönünde döndürerek açığı 10'ar derecelik basamaklarla 90° dereceye kadar arttırın, her adım için açı değerlerini ve karşılık gelen kütle değerlerini kaydedin.

9. Açığı tekrar  $0^\circ$  ye ayarlayın ve 8 no'lu adımda yaptığınız işlemi saatin ters yönünde tekrarlayın.
10. Açı değerlerini ve karşılık gelen kütle değerlerini Tablo 4' e yazın.
11. Okunan kütle değerini  $g = 9.8m/s^2$  ile çarparak manyetik kuvvet  $F$  değerini hesaplayın ve Tablo 4' e yazın.
12.  $F - \sin\theta$  grafiğini grafik kağıdına el ile çizin.
13. Grafiğe en uygun olan doğrunun eğimini bulun.
14. Bu doğrunun eğimi denklem 2'deki  $IB$  çarpımına eşittir. Bu değer akımın, akım geçen telin uzunluğunun ve manyetik alan kuvvetinin vektörel çarpımıdır. Grafiğin eğimini kullanarak mıknatısın yarattığı manyetik alan gücünü bulun. **Bulduğunuz değeri Bölüm 1 ve Bölüm 2'de bulduğunuz değerlerle karşılaştırın.**

**Tablo 4**

$\theta$	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		