



**T.C**  
**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**

**2025-2026 ÖĞRETİM YILI**  
**BAHAR DÖNEMİ**

**FİZİK II LABORATUVARI**  
**DENEY FÖYÜ**  
**ELEKTRİK VE MANYETİZMA**

**SAKARYA 2026**

## İÇİNDEKİLER

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Laboratuar Çalışmalarında Dikkat Edilecek Hususlar.....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>Deney Raporunun Hazırlanması.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>Deney 1: Kondansatörler.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Deney 2: Elektrik devrelerinde Wheatstone Köprüsü.....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>Deney 3: RC Zaman Sabitinin Tayini .....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>Deney 4: Üzerinden Akım Geçen Bir Tel Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan</b> | <b>12</b> |
| <b>Deney 5: Transformatörler ve İndüksiyon Bobini.....</b>                       | <b>19</b> |

**LABORATUVAR ÇALIŞMASI HAKKINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR:**

- 1) Deney gruplarında bulunan öğrenciler, karşılıklı yardımlaşmanın yanında ölçülerini sıra ile alacaklar ve hesaplamalarını da ayrı ayrı yapacaklardır.
- 2) Laboratuvara gelmeden önce konu ile ilgili deney okunacak, gerekirse ilgili kitaplardan çalışılacaktır. Laboratuvarda bulunan araştırma görevlisi hazırlanmadığınızı anlarsa sizi laboratuvardan çıkarabilir. Deneyi telafi etme imkanı olmazsa, o deneyi yapmamış kabul edileceksiniz.
- 3) Laboratuvara girince alet ve cihazlara dokunmayınız. Görevlinin gelmesini bekleyerek, iznini ve tavsiyelerini aldıktan sonra sadece size tanıtılan aletleri kullanınız.
- 4) Laboratuvara gelirken yanınızda mutlaka grafik kağıdı getiriniz.
- 5) Deneyi kurduktan sonra kontrolünü yaptırıp ondan sonra çalışmaya başlayınız.
- 6) Laboratuvarda deney yaparken yüksek sesle konuşmayınız.
- 7) Çalışmalarınız sırasında diğer arkadaşlarınızı rahatsız etmeyiniz
- 8) Laboratuvara gelirken mutlaka cep telefonlarınızı kapatınız (deney sırasında da açmayınız).
- 9) Deney öncesi görevli tarafından yapılan açıklamaları mutlaka dikkatlice dinleyiniz ve gerektiği şekilde uygulayınız.
- 10) Aletleri dikkatli ve özenli kullanınız. Aletlerde meydana gelebilecek bir hasarın maddi olarak tarafınızdan karşılanacağını unutmayınız.
- 11) Deneyinizi bitirdikten sonra masanızı kesinlikle temiz ve aldığınız gibi bırakınız.
- 12) Laboratuvara %80 devam zorunluluğu vardır. Bundan dolayı devama gereken hassasiyeti gösteriniz.
- 13) Her deneyden sonra gelirken yapılan deneyle ilgili rapor düzenli bir şekilde tutulacak ve bir sonraki deneye hazırlanan bu rapor deneyden sorumlu Araş. Görevlisine kontrol ettirilecektir.

**DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI:**

- 1) Hazırlayacağınız raporun ilk sayfasına(ortada olacak şekilde) deneyin adını, deneyin numarasını, adınızı, soyadınızı, numaranızı, hangi öğretimde olduğunuzu ve grubunuzu yazınız. Bu sayfaya başka herhangi bir şey yazmayınız.
- 2) Başlık ortalı bir şekilde yazılacak ve raporun hazırlanması işlemi aşağıdaki gibi olacaktır.
- 3) Deneyin adı
- 4) Deneyin amacı: yaptığınız deneyde neyi hedeflediğinizi kendi cümlelerinizle yazınız.
- 5) Deneyin teorisi: yaptığınız deneyin teorisini değişik kaynak kitaplar kullanarak yazınız.
- 6) Deneyin yapılışı: öncelikle deney şemasını nasıl kurduğunuzu, kullandığınız aletleri ve ölçüleri nasıl aldığınızı yazdıktan sonra hesaplamalarınızı yapınız. Eğer çizilmesi gereken grafik varsa milimetrik kağıt kullanarak hassas bir şekilde grafiğinizi çizin.
- 7) Sonuç, hata hesabı ve yorum: deneyin bu kısmında hesapladığınız büyüklük ile ilgili hata hesabını yaparak deneyinizi yorumlayınız.
- 8) Raporlar elle yazılacaktır, bilgisayar çıktısı kabul edilmeyecektir.

**DENEY NO: 1****KONDANSATÖRLER****AMAÇ:**

Paralel plaka kondansatörlerde sığanın ve dielektrik maddenin geçirgenlik katsayısının bulunması

**TEORİ:**

Kondansatörler, birbirinden dielektrik madde ile ayrılmış iki veya daha fazla iletken levhadan oluşan ve üzerinde yük biriktirmeye yarayan devre elemanlarıdır. **Dielektrik** madde, elektrik alan şiddetini azaltma yeteneğine sahip olan maddelere denir. Dielektrik sabiti K ile gösterilir. Bir ortamın elektriksel geçirgenliği  $\epsilon$  ise, dielektrik sabiti;

$$K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

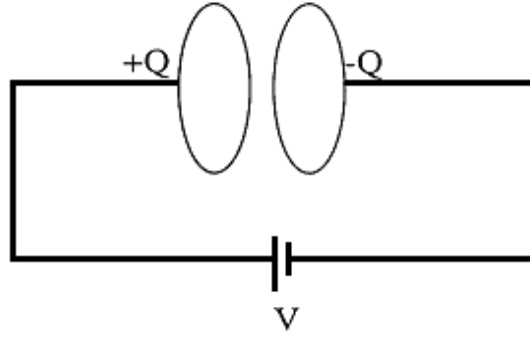
ile bulunur. Bu dielektrik sabiti boşluk için 1 olup diğer dielektrik maddeler için 1'den büyüktür. Örneğin hava için bu 1.006 ve mika için 6'dır. İki yüklü levha arasına dielektrik madde konulursa kondansatörün sığası değişir. Paralel plakalı bir kondansatörün sığası,

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2)$$

ile verilir. Kondansatörün plakaları arasına farklı bir ortam konulursa 2 ifadesinde K çarpanı eklenir. Burada A plakanın yüzey alanı, d levhalar arası uzaklık,  $\epsilon$  ise ortamın elektriksel geçirgenliğidir. Boşluk için  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$  değerindedir.

**DENEYİN YAPILIŞI:**

Kondansatörlerin V gerilimi altında plakalarından biri +Q, diğeri ise -Q yükü ile yüklenecektir. Plakalara uyguladığımız V gerilimini değiştirdiğimizde Q yük miktarı da değişeceğinden, Q/V oranı değişmez, yani C sığası sabit kalır. Öte yandan  $C = \epsilon.A/d$  ifadesine baktığımızda sığa  $\epsilon$ , A ve d'ye bağlıdır. Bu niceliklerden en az birinin değişmesi sığayı değiştirecektir.



Şekil 1. Deney düzeneği

Bu deneyde kondansatörün plakları arasında hava ortamı varken, havanın elektriksel geçirgenliğinin ve dielektrik sabiti bulunacaktır.

1. Levhalardan birinin yarıçapını ölçerek, levhanın alanını hesaplayın.
2. Levhalar arasındaki ortam hava iken, farklı  $d$  uzaklıkları için kondansatörün sığa değerlerini multimetre yardımıyla ölçünüz.
3. Levhalar arası uzaklık ve buna karşılık gelen sığa değerlerini Tablo 1'de yerine yazınız.
4. Devreye verilen gerilim, sığa, levhalar arası uzaklık, levhaların alanı bilindiğine göre ortamın (havanın) elektriksel geçirgenliğini ( $\epsilon$ ) bulunuz. Farklı  $d$  uzaklıkları için bulduğunuz ' $\epsilon$ ' değerlerinin aynı olması gerektiğine dikkat ediniz.

**Tablo 1. Havanın elektriksel geçirgenliğinin bulunması**

| $d$ (m) | $C$ (farad) | $\epsilon$ ( $C^2/Nm^2$ ) |
|---------|-------------|---------------------------|
|         |             |                           |
|         |             |                           |
|         |             |                           |

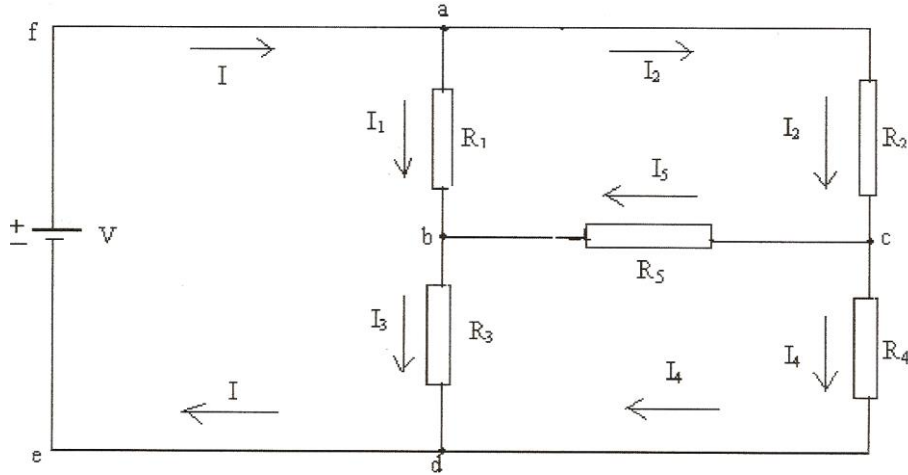
5. Bulduğunuz değerlerin ortalamasını alarak havanın elektriksel geçirgenliğinin deneysel değerini bulunuz.
6. Bulduğunuz havanın deneysel elektriksel geçirgenlik katsayısını kullanarak havanın dielektrik sabitinin deneysel değerini hesaplayınız.
7. Dielektrik sabitini teorik değerle karşılaştırarak yüzde hata hesabı yapınız. Sonucunuzu yorumlayınız. (Havanın dielektrik katsayısının teorik değeri  $K_{Hava}=1,006$  dır.)

**DENEY NO: 2****ELEKTRİK DEVRELERİNDE WHEATSTONE KÖPRÜSÜ****AMAÇ:**

1. Basit devre elemanlarının tanınması, çalışma prensiplerinin ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi.
2. Bazı elektrik devrelerinde Kirchhoff kurallarının uygulanması, Wheatstone köprüsü kullanılarak değeri bilinmeyen bir direncin değerinin ölçülmesi ve bir dirençteki değişimleri; köprünün denge voltajındaki değişimler cinsinden belirlenmesi.

**TEORİ**

**WHEATSTONE KÖPRÜSÜ:** Seri bağlı iki dirençten oluşan iki dalın birbirleriyle paralel bağlanması ile ortaya çıkan kapalı bir devre Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ve  $R_4$  dirençlerinden oluşan sisteme, direnç köprüsü (Wheatstone Köprüsü) denir. Köprünün a ve d noktaları arasında bir potansiyel farkı uygulanırsa, köprüyü oluşturan dirençlerden  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  ve  $I_4$  akımları geçer. b,c noktaları arasındaki orta koldan da bir  $I_5$  akımı geçer ve b,c arasındaki potansiyel farkı  $V_{b,c}$  voltmetre yardımıyla ölçülür.  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  bilinen dirençler ise  $R_4$  değişken direnci (reosta) değiştirilerek köprünün dengeye gelmesi sağlanır.  $R_5$  de burada bir voltmetredir.

**Şekil 1.** Wheatstone Köprüsü

Kirchhoff kurallarına göre  $I=I_1+I_2$  ve  $I_2=I_4+I_5$  ve  $I_3+I_4=I$  ve  $I_3=I_1+I_5$ . Ayrıca  $R_1$  ile  $R_2$  paralel,  $R_3$  ve  $R_4$  de kendi içinde paralel bağlı iken bu ikili de  $R_5$  ile birlikte seri bağlı üç direnç gibi ele alınabilir.  $R_{12eş}$ ,  $R_5$  ve  $R_{34eş}$  seri bağlıdır. Buna göre

$$R_{12eş} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ ve } R_{34eş} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

ise toplam eşdeğer direnç  $R_{eş}$

$$R_{eş} = R_{12eş} + R_5 + R_{34eş} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_5 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

**Köprünün Denge Koşulu:** Şekilde gösterilen b ve c noktaları herhangi bir yolla aynı potansiyele getirilirse, yani  $V_b = V_c$  yapılırsa, bu duruma köprünün denge durumu denir ve voltmetre  $V_{bc} = 0$  olarak gösterir (ayrıca  $I_5 = 0$ 'dır).

Köprü dengede iken  $V_{bc} = 0$  ve  $I_5 = 0$  olduğundan, 1. Kirchhoff kurallarından,  $I_1 = I_3$ ,  $I_2 = I_4$  olacağı şekilden görülebilir. Ayrıca  $R_1$  ile  $R_2$  paralel,  $R_3$  ve  $R_4$  de kendi içinde paralel bağlı olduklarından bu paralel kollar üzerinden geçen voltajlar  $V_{ab} = V_{ac}$  ve  $V_{bd} = V_{cd}$  yazılabilir. Daha düzenli bir biçimde yazılarak ve  $V_{ab} = I_1 \cdot R_1$  ...vs. olduğunu dikkate alarak, önemli bir sonuca varabiliriz:

$$V_{ab} = V_{ac} \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

$V_{bd} = V_{cd} \Rightarrow I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_4$  } dengede  $I_1 = I_3$ ,  $I_2 = I_4$  olduğundan bu iki ifade taraf tarafa bölündüğünde,

$$R_2 = \frac{R_1}{R_3} \cdot R_4 \quad (4)$$

bağıntısı elde edilir. Doğal olarak denge sağlandığı zaman dirençlerden herhangi biri, diğer üçü cinsinden ifade edilebilir. Böylece bilinmeyen bir direnç bilinen dirençlerden yararlanılarak, köprü yöntemi ile ölçülebilir. Bu ölçüm için akım ve voltaj değerlerinin gerekli olmaması ve yalnızca köprünün dengede olduğunun gözlenmesi, bu yöntemin üstünlüğüdür.

## DENEYİN YAPILIŞI

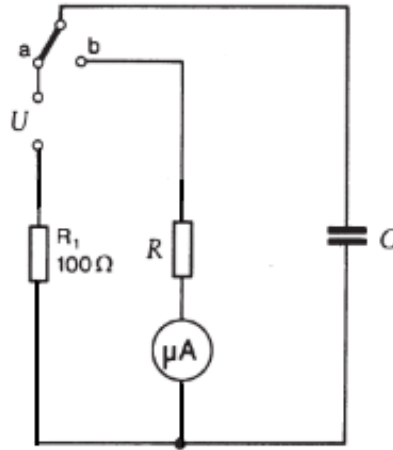
1. Değerleri  $R_1 = 150 \Omega$ ,  $R_2 = 50 \Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$  ve  $R_4 = \text{Reosta}$  olan dirençleri alarak Şekil 1'deki devreyi köprü oluşturacak şekilde kurunuz.
2. b,c uçları arasına voltmetreyi bağlayın ve şekle uygun olarak güç kaynağını bağlayıp devreyi tamamlayın. Devreyi kurarken güç kaynağı kapalı olmalıdır.
3. Reostanın ( $R_4$ ) sürgüsünü hareket ettirerek voltmetrenin sıfır volt göstermesini sağlayın. Bu durumda köprü dengededir.
4. Dengede  $R_4$  direncinin (4) ifadesinden yararlanarak kaç ohm olması gerektiğini hesaplayın.
5.  $R_4$  'i bir kez de reostanın dirençli toplam boyundan hesaplayın.
6. Bu amaçla, reostanın dirençli toplam boyu  $L$ 'yi ve denge dağılayan boyu ( $x$ )'i cetvelle ölçün.
7. Toplam reosta direnci  $R_L$  ise,  $R_4 = \frac{R_L}{L} \cdot x$  bağıntısından  $R_4$ 'ü bulun.
8. Her iki yöntemle ölçülen  $R_4$  birbirinden ne kadar farklıdır? Hata hesabı yapınız.

**DENEY NO: 3****RC ZAMAN SABİTİNİN TAYİNİ****AMAÇ:**

Bir RC (direnç-kondansatör) devresinde zaman sabitinin tayin edilmesi.

**TEORİ:**

Kondansatörlerin doluncaya (ya da boşaluncaya) kadar doğru akımın geçmesine izin verdiklerini biliyoruz. Dolan (veya boşalan) bir kondansatörün levhaları arasında, birinden diğerine doğru olan yük hareketi devrede geçici bir akım meydana getirir. Bu davranışı, Şekil 1'deki bir devreyi göz önüne alarak inceleyelim. Başlangıçta anahtar açık ve sığasını C ile gösterdiğimiz kondansatör yüksüz olsun.



**Şekil 1.** Anahtar a'dayken kondansatörün dolmasını b'deyken kondansatörün boşalmasını gösterir.

Anahtar a konumuna getirildiğinde, devrede tek yönde yük akışı olmaya başlayacaktır. Başlangıçta kondansatör yüksüz olduğundan, I akımı yalnız R direnci tarafından sınırlandırılır ve anahtar kapatıldıktan hemen sonra ( $t=0$  anında) akım  $I_0 = V_0/R$  olur. Zamanla kondansatörün plakalarında yük toplanır ve akım azalır. Kondansatörün plakaları arasındaki potansiyel fark bataryanın gerilimine eşit olduğunda akım sıfır olur. Bu son durumda, kondansatörün yükü  $q_s = C.V_0$  değerindedir. Akıma (I) - zaman (t) grafiği çizildiğinde, grafiğin üstel olduğu görülür. Bu davranışın matematiksel karşılığı

$$I(t) = I_0 e^{-t/RC} \quad (1)$$

biçiminde olup burada  $I_0 = V_0/R$  değerinde ve  $RC$  çarpanı zaman boyutundadır. Yukarıda verilen eşitliğin her iki tarafının doğal logaritması alınırsa

$$\ln(I(t)) = (-1/RC)t + \ln(I_0) \quad (2)$$

eşitliği elde edilir.

Bu eşitliğin “ $y = mx + n$ ” formatında olduğu göz önüne alınacak olursa  $\ln(I) - (t)$  grafiğinin eğiminin  $-1/RC$  değerini vereceği sonucuna ulaşılabılır.  $\ln(I)$  değerleri negatif olduğundan çizilecek olan grafik zaman ekseninin altında olacak ve hesaplamalarda güçlüklerin yaşanması muhtemel olacaktır. Bu yüzden, denklemin her iki tarafının  $(-)$  ile çarpılmasıyla elde edilen

$$-\ln(I(t)) = (1/RC)t - \ln(I_0) \quad (3)$$

eşitliğini kullanmak kolaylık sağlayacaktır.

### DENEYİN YAPILIŞI:

1- RC deney düzeneği Şekil 2 deki gibi güç kaynağına ve multimetreye bağlanarak devreyi kurunuz.



Şekil 2. Deney düzeneği

2- RC seti üzerindeki anahtarı kapatarak kondansatörün dolmasını bekleyiniz.

3- Anahtarı açarak boşalma durumu için, elektrometreden Tablo 1 de verilen akım değerlerini gözlediğiniz zamanları belirleyerek tabloyu tamamlayınız.

(  $-\ln(I)$  değerlerini hesaplariken akımı amper biriminde almanız gerektiğini unutmayınız... )

4-  $-\ln(I) - t$  grafiği çizerek RC zaman sabitini hesaplayınız.

5- Elde ettiğiniz sonuç ile teorik R ve C değerlerini kullanarak hesapladığınız zaman sabiti arasındaki hata oranını (% hata) hesaplayınız.

| <b>V= 10</b><br><b>C= 60 <math>\mu</math>F</b><br><b>R= 1 M<math>\Omega</math></b> |              |                             |
|--|--------------|-----------------------------|
| <b>I(A)</b>  | <b>t(sn)</b> | <b><math>-\ln(I)</math></b> |
| 10.0   | 0            |                             |
| 9.5  |              |                             |
| 9.0  |              |                             |
| 8.5  |              |                             |
| 8.0  |              |                             |
| 7.5  |              |                             |
| 7.0  |              |                             |
| 6.5  |              |                             |
| 6.0  |              |                             |
| 5.5  |              |                             |
| 5.0  |              |                             |

**DENEY NO: 4****ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN BİR TEL HALKANIN MERKEZİNDEKİ MANYETİK ALAN**

**AMAÇ:** Akım taşıyan bir tel halkanın merkezindeki manyetik alan şiddetinin telden geçen akımın şiddetine ve telin sarım sayısına bağlılığının incelenmesi.

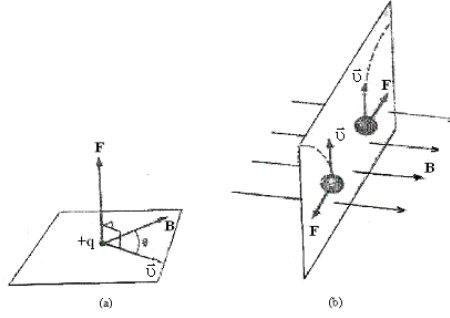
**TEORİ:*****Manyetik Alanın Tanımı ve Özellikleri***

Uzayın belli bir noktasındaki elektrik alanı  $\vec{E}$ , o noktaya yerleştirilen bir deneme yüküne (birim yük başına) etkiyen elektrik kuvveti olarak tanımlanmıştır. Benzer biçimde, uzayda bir noktadaki yer çekim alanı  $g$ , bir deneme kütesine (birim kütle başına) etkiyen yer çekim kuvvetidir. Şimdi uzaydaki bir noktada bir deneme cismine etkiyebilecek bir manyetik kuvvet cinsinden manyetik alan vektörü  $\vec{B}$  (bazen manyetik indüksiyon ya da manyetik akı yoğunluğu da denir) tanımlayabiliriz. Deneme cismi  $\vec{v}$  hızıyla hareket eden yüklü bir parçacık olarak alınabilir. Şimdilik, yükün bulunduğu bölgede hiçbir elektrik ya da yer çekim alanı bulunmadığını varsayalım. Bir manyetik alan içerisinde hareket eden yüklü parçacıkların hareketleri ile ilgili deneyler aşağıdaki sonuçları verir:

1. Manyetik kuvvet, parçacığın  $\vec{v}$  hızı ve  $q$  yükü ile orantılıdır.
2. Manyetik kuvvetin büyüklüğü ve yönü, parçacığın hız vektörü ile ve manyetik alan vektörünün yönüne bağlıdır.
3. Yüklü bir parçacık manyetik alan vektörüne paralel yönde hareket ettiği zaman ona etkiyen  $\vec{F}$  kuvveti manyetik kuvveti sıfırdır.
4. Hız vektörü manyetik alanla bir  $\theta$  açısı yaptığı zaman, manyetik kuvvet hem  $\vec{v}$  hem de  $\vec{B}$ 'ye dik yönde etki eder. Yani  $\vec{F}$ ,  $\vec{v}$  ve  $\vec{B}$ 'nin olduğu düzleme diktir.
5. Bir pozitif yüke etkiyen manyetik kuvvet, aynı yönde hareket eden bir negatif yüke etkiyen kuvvetin yönüne terstir.
6. Eğer hız vektörü manyetik alanla bir  $\theta$  açısı yaparsa, manyetik kuvvetin büyüklüğü  $\sin \theta$  ile orantılıdır. Bu gözlemler, manyetik kuvveti

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

biçiminde yazarak özetlenebilir. Burada manyetik kuvvetin yönü,  $\vec{v} \times \vec{B}$ 'nin yönündedir. Bu kuvvetin yönü, vektörel çarpımın tanımı gereği hem hız vektörüne  $\perp(\vec{v})$  hem de manyetik alan vektörüne ( $\vec{B}$ ) diktir. Yani hız vektörü ile manyetik alan vektörünün oluşturacakları düzleme diktir.

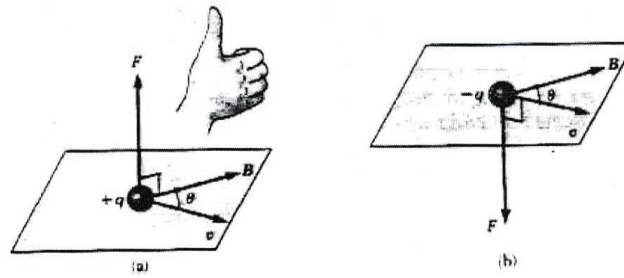


**Şekil 1.** Bir manyetik alan içerisinde  $\vec{v}$  hızı ile hareket eden bir yüklü parçacığa etkiyen manyetik kuvvetin yönü, (a)  $\vec{v}$ ,  $\vec{B}$  ile bir  $\theta$  açısı yaptığı zaman manyetik kuvvet, hem  $\vec{v}$ 'ye ve hem de  $\vec{B}$ 'ye diktir. (b) Bir manyetik alan bulunduğu hareketli yüklü parçacıklar noktalı çizgilerle gösterildiği gibi saparlar.

Şekil 2'de  $\vec{v} \times \vec{B}$  vektör çarpımının yönünü bulmaya yarayan sağ-el kuralının kısa bir gösterimi verilmektedir. Sağ elinizin dört parmağını  $\vec{v}$ 'nin yönünde yöneltin ve sonra onları  $\vec{B}$ 'nin yönünde yönelinceye kadar bükün. Bu durumda açılan başparmak  $\vec{v} \times \vec{B}$ 'nin yönünü gösterir.  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  olduğundan, q pozitif ise  $\vec{F}$ ,  $\vec{v} \times \vec{B}$ 'nin yönünde (Şekil 2a), q negatif ise  $\vec{v} \times \vec{B}$  ile ters yönlüdür (Şekil 2b). Manyetik kuvveti büyüklüğü

$$|\vec{F}| = q|\vec{v}||\vec{B}| \sin \theta$$

bağıntısıyla verilir. Burada  $\theta$ ,  $\vec{v}$  ile  $\vec{B}$  arasındaki açıdır. Bu eşitlikten,  $\vec{v}$   $\vec{B}$ 'ye paralel olduğunda ( $\theta=0$  veya  $180^\circ$ )  $\vec{F}$ 'nin sıfır olduğunu görürüz. Öte yandan,  $\vec{v}$   $\vec{B}$ 'ye dik olduğunda ( $\theta=90^\circ$ ) kuvvet,  $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$  ile verilen maksimum değerini alır.



**Şekil 2.** Bir  $\vec{B}$  manyetik alanı içerisinde  $\vec{v}$  hızı ile hareket eden q yüküne etkiyen manyetik kuvvet  $\vec{F}$ 'nin yönünü belirtmeye yarayan sağ-el kuralı. Eğer q pozitif ise,  $\vec{F}$  başparmağın yönünde, yani yukarıdır. q negatif ise,  $\vec{F}$  aşağı yöndedir.

Elektrik ve manyetik kuvvetler arasında önemli farklar vardır;

1. Elektrik kuvveti, her zaman elektrik alanına paralel, buna karşılık manyetik kuvvet manyetik alana diktir.

2. Elektrik kuvveti, yüklü parçacığın hızından bağımsızdır. Hâlbuki manyetik kuvvet yalnızca yüklü parçacık hareket halinde ise ona etki edebilir.

3. Elektrik kuvveti yüklü bir parçacığın konumunu değiştirmekle iş yapar, buna karşın kararlı bir manyetik alandan kaynaklanan manyetik kuvvet, parçacık yer değiştirdiğinde iş yapmaz.

Manyetik alan birimi (SI sisteminde) metre kare başına Weber ( $Wb/m^2$ )' dir; buna Tesla (T) da denir. Bu birim eşitlik kullanılarak temel birimlere bağlanabilir. Büyüklüğü 1 Tesla olan bir manyetik alan içerisinde, alana dik olarak 1 m/s 'lik bir hızla hareket eden 1 Coulomb'luk yük, 1 Newton'luk kuvvet etkisindedir.

$$[B] = T = \frac{Wb}{m^2} = \frac{N}{C \cdot m/s} = \frac{Newton}{Amper \times metre}$$

Pratikte, manyetik alan birimi olarak cgs sisteminde Gauss (G) da kullanılmaktadır. Gauss, Teslaya  $1 T = 10^4 G$  şeklinde bağlıdır. Alışlagelen laboratuvar mıknatısları yaklaşık 25000 G yada 2.5 T'ya kadar manyetik alanlar üretebilir. Yaklaşık 250000 G veya 25 büyüklüğüne ulaşan manyetik alanlar üretebilen süper iletken mıknatıslar yapılmıştır. Bu, dünya yüzeyine yakın yerlerdeki manyetik alanının değeri ile karşılaştırılabilir. Yerin alanı yaklaşık olarak 0.50 G veya  $0.5 \times 10^{-4} T$  'dır.

### ***Akım Taşıyan İletkene Etkiyen Manyetik Kuvvet***

Tek bir yüklü parçacık, bir manyetik alan içinden geçerken bir kuvvet etkisinde kalıyorsa, üzerinden akım geçen bir tele de manyetik alan içinde kuvvet etkimesi sizce sürpriz olmamalıdır. Bu, akımın çok sayıda yüklü parçacıktan oluşmasının bir sonucudur; bu yüzden, tele etkileyen net kuvvet, her bir yüklü parçacığa etkileyen kuvvetlerin toplamıdır. Buna göre üzerinden  $I$  akımı geçen ve  $\vec{B}$  manyetik alanındaki  $l$  uzunluğundaki bir tel etkileyen kuvvet,

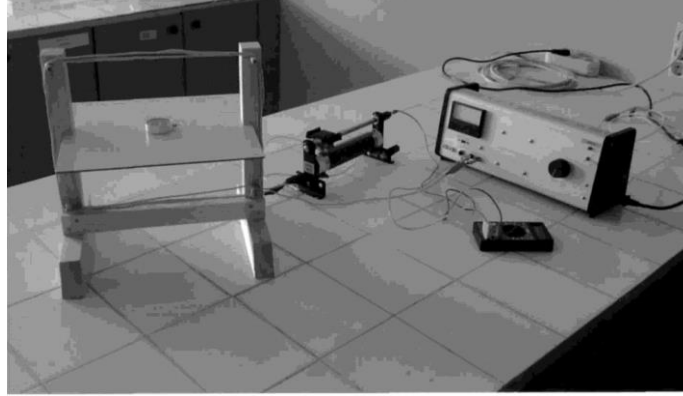
$$\vec{F} = I(l \times \vec{B})$$

ile verilir. Buradan manyetik kuvvetin büyüklüğü

$$\vec{F} = Il\vec{B} \sin \theta$$

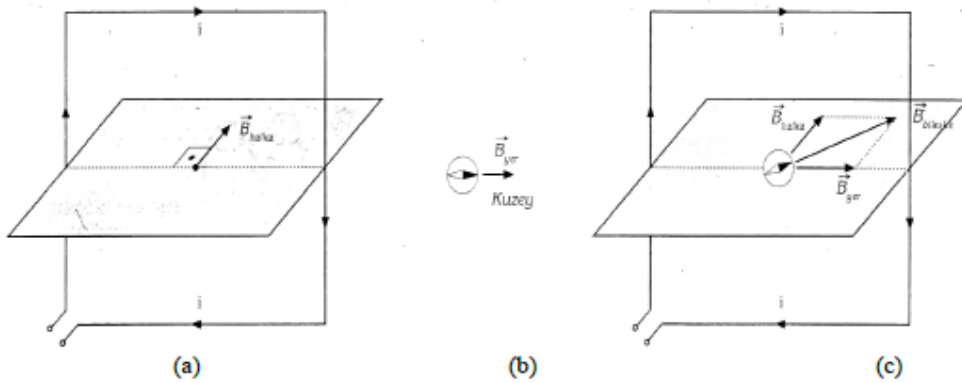
olur. Bu kuvvet hem akım geçen tele, hem de manyetik alana diktir. Buradaki  $\theta$  açısı akım geçen telle manyetik alan arasındaki açıdır. Burada da manyetik alan kuvvetinin yönü sağ el

kuralıyla bulunur. Sağ el; başparmak akım yönünü, dört parmak da manyetik alanın yönünü gösterecek şekilde açılır. Avuç içine dik ve dışarı doğru olan yön, manyetik alan kuvvetinin yönüdür.



Şekil 3. Deney düzeneği

Üzerinden akım geçen doğrusal bir telin etrafında manyetik alan oluştuğunu biliyoruz. Üzerinden elektrik akımı geçen bir tel halkanın da etrafında ve merkezinde bir manyetik alan oluşur.



Şekil 4. Deney düzeneğinde manyetik alanların gösterimi

Merkezdeki manyetik alan vektörü halka düzlemine diktir ve yönü sağ el kuralı ile bulunur (Şekil 4a). Başka bir manyetik alanın etkisinde olmayan bir pusula ibresi yerin manyetik alan vektörü doğrultusunu gösterir (Şekil 4b). Pusula, düşey olarak duran halkanın merkezine konulduğunda, ibre yerin manyetik alan vektörü ile halkadan geçen akımın merkezde oluşturduğu manyetik alan vektörünün bileşkesinin doğrultusunda durur (Şekil 4c). Pusula ibresinin sapma açısına  $\theta$  dersek, manyetik alan vektörleri arasındaki ilişki,

$$\tan \theta = \frac{B_{halka}}{B_{yer}}$$

İle verilir. Buradan  $B_{halka} = B_{yer} \cdot \tan \theta$  elde edilir. Eşitlikte B'nin sabit olduğu düşünülürse  $B_{halka}$  ile  $\tan \theta$ 'nın doğru orantılı olduğu görülür. Bu deneyde halkanın merkezine bir pusula yerleştirilecektir. Önce halkadaki akım sabit tutularak sarım sayısı artırılacaktır. İkinci bölümde ise sarım sayısı sabit tutularak halkadan geçen akımın şiddeti değiştirilecektir. İki durumda da pusula ibresindeki sapma açıları tespit edilerek halkadan geçen akımın ve sarım sayısının ibrenin sapma açısına, dolayısıyla merkezdeki manyetik alana etkisi incelenecektir. Deneyin uygulanmasında kolaylık sağlaması bakımından çember şeklindeki halka yerine kare şeklindeki halka kullanılacaktır.

## DENEYİN YAPILIŞI:

### *I. Kısım: Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin Sarım Sayısına Bağlılığı*

1. Deney düzeneğini, halkada bir sarım olacak şekilde kurunuz.
2. Merkezdeki yatay duran alüminyum levhanın üzerine bir milimetrik kâğıt yerleştiriniz. Kâğıdı, çizgileri tabakanın kenarlarına paralel olacak şekilde bantla yapıştırarak sabitleyiniz.
3. Pusulayı, halkanın tam merkezinde olacak şekilde milimetrik kâğıdın üzerine yerleştiriniz. Gerekirse düzeneği sağa/sola döndürerek halka düzleminin, pusula ibresinin doğrultusunda (kuzey-güney doğrultusunda) olmasını sağlayınız. Bu durumdayken pusula ibresinin doğrultusunu kâğıt üzerine işaretleyiniz. Deney süresince pusulayı ve deney düzeneğini bulunduğu konumdan hareket ettirmemeye dikkat ediniz. Bunun için düzeneği ayaklarından masaya bantlayınız.

**NOT:** Halkayı güç kaynağına ve reostaya bağlayan bağlantı kablolarının halkadan uzakta durmasına dikkat ediniz. Böylece pusulayı kabloların oluşturacağı manyetik alanların etkisinden korumuş olursunuz.

4. Bağlantıları güç kaynağının DC kutuplarına yapınız. Güç kaynağını açarak devreye elektrik veriniz. Reosta vasıtasıyla akımı kontrol ederek ibrenin  $10^\circ$ 'lik bir sapma yapmasını sağlayınız. Bu durumda ibrenin sapma doğrultusunu kâğıt üzerine işaretleyip I olarak numaralayınız. Akım değerini ve sarım sayısını Ölçüm Tablosuna Ölçüm 1 olarak kaydediniz. Güç kaynağını kapatarak devreden elektriği kesiniz. Deneyin I. Kısımında telden geçen akım değeri sabit tutulacağından, reostanın ayarladığınız değerini değiştirmeyiniz. Aynı akım değerini Ölçüm 2, 3 ve 4 için de tabloya kaydediniz.

5. Halkaya, birinciyle aynı yönde akım taşıyacak şekilde bir sarım daha ilâve ediniz. Deneyi tekrarlayınız. İbrenin sapma doğrultusunu işaretleyerek 2 olarak numaralayınız. Sarım sayısını tabloya Ölçüm 2 olarak kaydediniz.
6. Ölçüm 3 için 3 sarım, Ölçüm 4 için de 4 sarımla deneyi tekrarlayınız. Sarımlardan geçen akımların aynı yönde olmasına dikkat ediniz. İbrenin sapma doğrultularını işaretleyerek sırasıyla 3 ve 4 olarak numaralayınız. Sarım sayılarını tabloya Ölçüm 3 ve Ölçüm 4 olarak kaydediniz.
7. Pusulayı kaldırıp milimetrik kâğıdı yapışık olduğu yerden ayırınız. Pusula ibresi ilk konumundayken işaretlediğiniz kuzey-güney doğrultusunu cetvelle çizerek uzatınız. İbrenin sapma doğrultularını gösteren çizgileri uzatarak bu çizgiyle kesiştiriniz.
8. Sapma açılarını ölçünüz. Her bir sapma açısını, verdiğiniz numarayla aynı numaralı ölçüm olarak tabloya kaydediniz.

9. *tanθ-sarım sayısı* grafiği çiziniz.

**NOT:** Pusula üzerinden ibrenin sapma açılarını ölçebiliyorsanız kağıt kullanmanıza ve sapma doğrultularını işaretlemenize gerek kalmaz. İbrenin sapma açılarını doğrudan pusula üzerinden okuyarak tabloya kaydedebilirsiniz.

## ***II. Kısım: Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin Halkadan Geçen Akım Şiddetine Bağlılığı***

1. Halkanın konumunu değiştirmeden, alüminyum levha üzerine yeni bir milimetrik kâğıdı ilk kâğıdı yerleştirdiğiniz gibi yerleştiriniz.
2. Pusulayı halkanın merkezine yerleştirerek ibrenin kâğıdın çizgilerine paralel olmasını sağlayınız. Halkada bulunan 4 sarımı bu bölümdeki deneyler boyunca değiştirmeyiniz.
3. Reosta yardımıyla telden geçen akımı Ölçüm 5 için 1 A, Ölçüm 6 için 2 A, Ölçüm 7 için 3 A ve Ölçüm 8 için de 4 A'e ayarlayarak deneyi tekrarlayınız. Her deneyde ibrenin sapma doğrultularını işaretleyerek sırasıyla 5, 6, 7 ve 8 olarak numaralayınız. Akım değerlerini tabloya kaydediniz.
4. Kâğıdı yapışık olduğu yerden ayırınız. Sapma çizgilerini uzatarak kuzey-güney doğrultusunu gösteren çizgiyle kesiştiriniz.
5. Sapma açılarını ölçünüz. Her bir sapma açısını verdiğiniz numarayla aynı numaralı ölçüm olarak Tablo 1'e kaydediniz.
6. *tanθ-I* grafiği çiziniz.

**Gözlem**

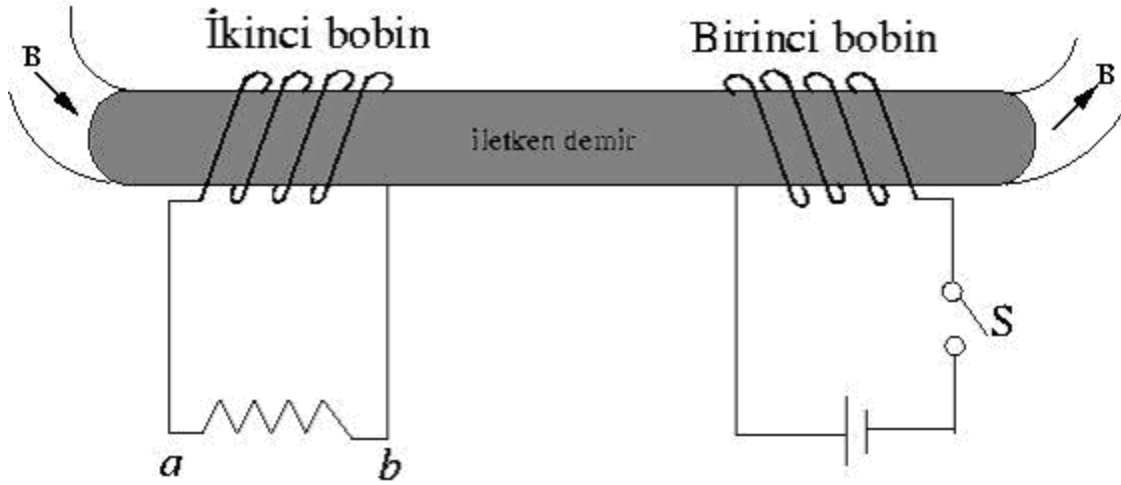
Halkadaki 4 sarımı, ikisindeki akımlar bir yönde diğer ikisindeki akımlar ise bunlara zıt yönde olacak şekilde sarınız. Önceki ölçümlerde olduğu gibi pusulayı halkanın merkezine yerleştirerek devreyi kurunuz. Anahtarı kapatarak devreye elektrik veriniz. İbrenin hareketiyle ilgili gözleminizi yazınız. Sebebini açıklayınız.

| Ölçüm No               | Akım (A) | Sarım Sayısı | Sapma Açısı ( $^{\circ}$ ) | $\tan\theta$ |
|------------------------|----------|--------------|----------------------------|--------------|
| <b><i>I.Kısım</i></b>  |          |              |                            |              |
| 1                      |          |              |                            |              |
| 2                      |          |              |                            |              |
| 3                      |          |              |                            |              |
| 4                      |          |              |                            |              |
| <b><i>II.Kısım</i></b> |          |              |                            |              |
| 1                      |          |              |                            |              |
| 2                      |          |              |                            |              |
| 3                      |          |              |                            |              |
| 4                      |          |              |                            |              |

**Tablo 1.** Ölçüm ve hesaplamalar

**DENEY NO: 5****TRANSFORMATÖRLER VE İNDÜKSİYON BOBİNİ****AMAÇ:**

Transformatörlerin çıkış gerilimi ile bobinlerin sarım sayıları arasındaki bağıntıların ve indüksiyon bobininin incelenmesi

**TEORİ:****Şekil 1.**

Şekil 1’de, anahtar açıkken her iki bobinden geçen manyetik akı sıfırdır. Anahtar aniden kapatılırsa, birinci bobin bir elektromıknatıs gibi davranacak ve etrafında manyetik akı üretecektir. Bu akının bir kısmı ikinci bobinden geçer. Bu nedenle anahtar aniden kapatılınca ikinci bobinden geçen akı değişir. Ana bobindeki akım sıfırdan maksimum değerine yükselirken ikinci bobinde bir emk oluşur. Şekildeki S anahtarı kapatılınca oluşan akımın yönü b’den a’ya doğru olur.

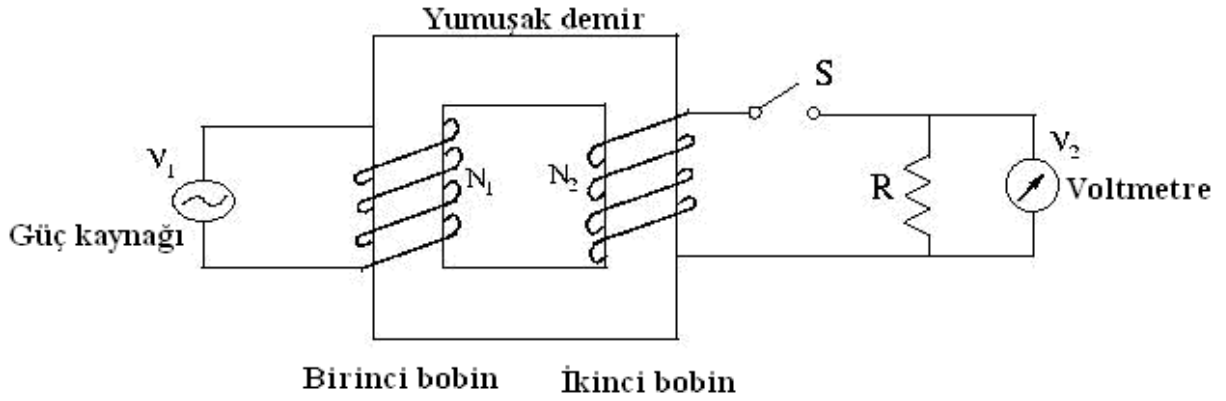
İkinci bobinde indüklenen emk’nın büyüklüğü; her bir bobindeki sarım sayısına, bobinlerin uzaklığına, bobinlerin birbirlerine göre yönlerine ve kesit alanlarına bağlıdır. İndüklenen bu

emk, birinci bobindeki akımın değişim hızıyla da orantılıdır. O halde ikinci bobinde oluşan emk için;

$$\mathcal{E} = M \frac{\Delta I_p}{\Delta t}$$

eşitliği yazılabilir. Buradaki  $\mathcal{E}$  ikinci bobinde oluşan emk,  $M$  ise bobinlerin karşılıklı indüksiyon katsayısı olup birimi  $V.s/A$  (henry)'dir.  $M$ 'nin büyük olması demek ikinci bobine aktarılan enerjinin büyük olması demektir. Birinci devredeki akımın oluşma süresi kesilme süresinden daha büyük olduğundan kesilme halindeki sapma daha büyük olmalıdır.

### Transformatörler:



Şekil 2.

En basit şekli ile bir transformatör şekil 2'de görüldüğü gibi yumuşak bir demir etrafına sarılan iki bobinden oluşmaktadır. AC giriş gerilim kaynağına bağlı sol taraftaki bobine birinci (primer)  $N_1$  sarımlı bobin, diğer taraftaki bobine ise ikinci (sekonder)  $N_2$  sarımlı bobin denir. Ortak demirin amacı manyetik akıyı artırmak ve içinden hemen hemen bütün akımın bir diğer bobine geçeceği ortamı sağlamaktır.

Faraday kanununa göre birinci bobindeki  $V_1$  gerilimi

$$V_1 = -N_1 \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$$

ile verilir. Burada  $\Phi_m$  birinci sarımdan geçen manyetik akıdır. Birinci sarımdan geçen akı miktarı aynı zamanda ikinci sarımdan geçen akı miktarına eşit olur. Benzer şekilde  $V_2$  gerilimi içinde,

$$V_2 = -N_2 \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$$

yazılabilir. Bu iki eşitlik oranlanırsa  $V_2$  çıkış gerilimi için;

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

eşitliği bulunur.  $N_2$ ,  $N_1$ 'den büyük olduğunda  $V_2$  çıkış gerilimi  $V_1$  giriş geriliminden büyük olur. Bu durumda transformatör yükseltici, diğer durumda ise alçaltıcı olarak çalışır.

### DENEYİN YAPILIŞI:

Bu deneyde amacımız sarım sayısı bilinmeyen bir bobinin sarım sayısını giriş çıkış gerilimleri ve  $N_1$  sarımlı bobin yardımıyla bulmaktır. Bunun için;

1. Sarım sayısı bilinen bir bobin (300 yada 1200 sarımlı bobinlerden biri seçilebilir) U şeklindeki demire takılır. Bu bobin AC güç kaynağına bağlanır (güç kaynağını en fazla 10 Volt'a kadar yükseltin aksi takdirde tehlike arz edebilir).
2. U şeklindeki demirin boş olan diğer koluna ise sarım sayısı bilinmeyen  $N_2$  sarımlı bobin takılır. Bu bobin voltmetreye bağlanır.
3. U şeklindeki demir, takılı olan bobinlerle ve mevcut düzenekleriyle deney setindeki yerine konulur ve kapak kapatılır.
4. Güç kaynağı açılır ve **Tablo1**'de belirtilen giriş gerilimlerine karşılık gelen çıkış gerilimleri not edilir.
5. Bu tablodan faydalanarak sarım sayısı bilinmeyen bobin için giriş-çıkış gerilim grafiği çizilir. Grafiğin eğiminden bobinin sarım sayısı bulunur.

**Tablo 1.**

| Giriş Bobinin sarım sayısı | Çıkış Bobinin sarım sayısı | Giriş gerilimi (volt) | Çıkış gerilim (volt) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| .....                      | ?                          | 2                     |                      |
|                            |                            | 3                     |                      |
|                            |                            | 4                     |                      |
|                            |                            | 5                     |                      |
|                            |                            | 6                     |                      |
|                            |                            | 7                     |                      |
|                            |                            | 8                     |                      |