

ÖNEMLİ NOTLAR

- İlk hafta her öğrenci grup numarasına karşılık gelen deneyi yapacaktır (Örneğin 1 nolu grup 1. deneyi, 2 nolu grup 2. deneyi yapacaktır).
- Her öğrenci derse gelirken, deney föyünü, çok fonksiyonlu bir hesap makinesini, milimetrik kağıdını ve en az 20 cm'lik bir cetvelini getirmelidir.
- **Öğrenci derse gelmeden önce, Ek-2'deki tabloda belirtildiği gibi yapacağı deneyin teorik bilgilerini boş beyaz kağıda siyah veya mavi tükenmez veya pilot kalemle yazacaktır. Ön hazırlığı yapmadan gelen öğrencinin deney raporu 60 puan üzerinden değerlendirilecektir.**
- İlgili asistanlar, teorik bilginin hazırlanıp hazırlanmadığını paraf atarak kontrol edeceklerdir.
- Deneyin yapılışı yazılırken, kullanılan deney düzeneği çizilecektir.
- **Zaman kalması durumunda telafi deneyi yapılacaktır.**
- Belirtilen süre içinde gelmeyen raporlar değerlendirmeye alınmayacaktır.
- Öğrencinin gelmediği veya teslim etmediği deneye ait rapor notu, 0 (sıfır) olarak değerlendirilecektir.
- **Öğrenci, laboratuvar dersine gelmediği halde, yapmadığı deneyin raporunu veremez.**
- Rapor notları, bir sonraki laboratuvar dersinde öğrencilere bildirilecektir.
- Öğrenci, hazırladığı deney raporunun aslını vermek zorundadır. Deney raporunun fotokopisi kabul edilmez. Öğrenciler teslim ettikleri raporlarını geri alamayacaklardır.
- **Rapor, mavi yada siyah tükenmez veya pilot kalem ile yazılacaktır.**
- Hesaplamalar kısmında, hesaplamalarda kullanılan formüller belirtilecek, en az bir örnek hesaplama gösterilecek, bulunan değerlerin birimleri yazılacak, varsa ilgili tablo veya tablolar doldurulacaktır.
- Ek-3'te belirtilen grafik çizim kurallarına uygun olarak, grafikler, milimetrik kağıda kurşun kalem ile çizilecektir.
- **Arasınava haftasında, laboratuvar dersi yapılmayacaktır.**
- Laboratuvar dersini **ilk defa alanlar için ara sınav veya mazeret sınavı yapılmayacaktır.** Öğrencilerin yapmış oldukları tüm deneylere ait rapor notlarının ortalaması vize notu olarak değerlendirilecektir.
- Devam almış öğrencilerin ara sınav ve mazeret sınavı yapılacaktır.

DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI

1.	Öğrenci No: Adı-Soyadı: Şube Numarası: Fakültesi:	Sol kısımda listelenen ilk beş maddeden oluşan kısım, boş beyaz kağıda <u>deneye gelmeden önce</u> yazılacaktır. (Ön Hazırlık)
2.	Deney No:	
3.	Deneyin Adı:	
4.	Deneyin Amacı:	
5.	Teorik Bilgi	
6.	Deneyin Yapılışı: (Deneyde kullanılan alet ve malzemelerin listesi ve devre şeması ile birlikte)	6., 7. ve 8. maddeler <u>denev yapıldıktan sonra</u> yazılacaktır.
7.	Ölçüm ve Hesaplamalar	
8.	Sonuç ve Yorum	

DENEY RAPORUNUN PUANLAMASI

Grafik çizilmesi gereken deneyler için:

Deney No, Deneyin Adı, Deneyin Amacı, Teorik Bilgi40 Puan
Deneyin Yapılışı10 Puan
Ölçüm ve Hesaplamalar15 Puan
Sonuç ve Yorum20 Puan
Grafikler15 Puan

Grafik çizilmesini gerektirmeyen deneyler için:

Deney No, Deneyin Adı, Deneyin Amacı, Teorik Bilgi40 Puan
Deneyin Yapılışı15 Puan
Ölçüm ve Hesaplamalar20 Puan
Sonuç ve Yorum25 Puan

**LABORATUAR DERSLERİNDE GRAFİK ÇİZERKEN VE DEĞERLENDİRİLİRKEN DİKKAT
EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR AŞAĞIDAKİ GİBİDİR.**

1. Eksenler uygun seçilmelidir.
2. Eksenlere uygun bölmelendirme işlemi yapılmalıdır ve **eksenlerde sayısal değerler doğru şekilde gösterilmelidir.**
3. **Eksenlerin birimleri kesinlikle yazılmalıdır.**
4. Varsa eksen çarpanları eksenlere yazılmalıdır.
5. Deney verilerine ait noktalar grafikte doğru işaretlenmelidir.
6. Noktaların çoğundan geçen eğri doğru çizilmelidir.
7. Grafik üzerinde eğimin bulunuşu düzgün gösterilmelidir.
8. Eğim doğru hesaplanıp birimleri doğru yazılmalıdır.
9. Eğimin hangi fiziksel niceliği gösterdiği belirtilip sonuç doğru verilmelidir.

Değerlendirmede bunlar dikkate alınacaktır. Bunlardan biri eksik olursa grafik çizimi doğru sayılmaz.

FİZ 106 FİZİK LABORATUARI-II DERSİ
DENEY FÖYÜ

(2018-2019 BAHAR DÖNEMİ MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ)

İçindekiler

	<u>Sayfa No</u>
1. Deney: Direnç Değerlerinin Belirlenmesi	2
2. Deney: Ohm Yasası.....	4
3. Deney: Direnç Tarafından Harcanan Güç ve Yük Eşleşmesi.....	7
4. Deney: Kirchhoff Yasası.....	10
5. Deney: Gerilim Bölücü Devre ve Wheatstone Köprüsü.....	14
6. Deney: Sarım Sayısı ile Tel Halkanın Manyetik Alanının Değişimi.....	18
7. Deney: Halka Yarıçapı ile Tel Halkanın Manyetik Alanının Değişimi	21
8. Deney: Bir Bobinin Manyetik Alanı	24

1. Deney No: I

1.1. Deneyin Adı: Direnç Değerlerinin Belirlenmesi.

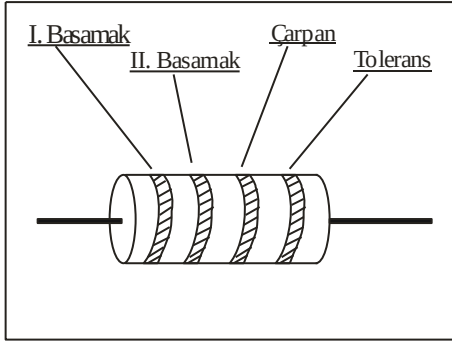
1.2. Deneyin Amacı: Direnç üzerindeki renk kodlarından yararlanarak direnç değerlerinin belirlenmesi.

1.3. Teorik Bilgiler

Birçok elektrik devresinde, devrenin çeşitli kısımlarındaki akım seviyelerini kontrol etmek için sabit değerli dirençler kullanılır. Sabit dirençlerin üç yaygın tipi bulunmaktadır. Bunlar; saf veya katkılı karbon ihtiva eden dirençler, metal film tekniği ile veya yarıiletken madde kullanılarak yapılan dirençler ve tel sargılı dirençlerdir. Şekil 1.1’de gösterildiği gibi, dirençlerin Ohm cinsinden değerleri, genellikle renk kodlu olarak direnç üzerinde belirtilir. Bir direncin Ohm cinsinden değeri, Tablo 1.1’de verilen renk kodlarının direnç karşılıkları kullanılarak belirlenir. Üç renkli dirençlerde, ilk iki rengin rakam karşılıkları yan yana yazılır, üçüncü renk çarpan olarak yazılır, direncin toleransı ise %20’dir. Dört renkli dirençlerde, ilk iki rengin rakam karşılıkları yan yana yazılır, üçüncü rengin rakam karşılığı çarpan olarak yazılır, dördüncü renk de tolerans olarak alınır. Beş renkli dirençlerde ise ilk üç renk yan yana yazılır, dördüncü renk çarpan olarak, beşinci renk de tolerans olarak alınır. Beş renkli kodlamalar, genellikle toleransı düşük değerli hassas dirençler üzerinde kullanılır.

Örneğin; direnç elemanı üzerindeki ilk bant turuncu, ikinci bant gri, üçüncü bant sarı ve dördüncü bant gümüş olsun. Bu durumda, tablo 1 de turuncu 3 ve gri 8 olduğuna göre iki basamaklı sayı 38 olmaktadır. Üçüncü bant sarı renkte olduğundan direnç değeri $38 \times 10^4 \Omega$ ve tolerans rengi gümüş olduğundan direnç $38 \times 10^4 \pm \%10$ olur. Bir Ohmmetre ile ölçüm yapıldığında bu direnç 342 k Ω - 418 k Ω arasında bir değer alabilir.

Direnç okumada, direncin uç noktasına yakın olan renkten başlanır.



Şekil 1.1. Renk kodlarının direnç üzerinde belirlenmesi.

Tablo 1.1. Direnç renk kodları.

Renk	Sayı	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	1	-
Kahverengi	1	10^1	%1
Kırmızı	2	10^2	%2
Turuncu	3	10^3	-
Sarı	4	10^4	-
Yeşil	5	10^5	-
Mavi	6	10^6	-
Mor	7	10^7	-
Gri	8	10^8	-
Beyaz	9	10^9	-
Altın	-	10^{-1}	%5
Gümüş	-	10^{-2}	%10
Renksiz	-	-	%20

1.4. Deneyin Yapılışı

1. Elinizde mevcut olan dirençlerin değerlerini, renk kodlarından faydalananarak belirleyiniz ve Tablo 1.2'ye kaydediniz.
2. Daha sonra dirençlerin değerlerini, multimetrenin Ohmmetre fonksiyonunu kullanarak ölçünüz ve sonuçlarınızı Tablo 1.2'deki ilgili yerlere kaydediniz. Her bir direnç için multimetreden okuduğunuz değer, tolerans sınırları içinde kalıyor mu?

Tablo 1.2. Direnç renk kodları.

Direnç No	Tolerans	Renkler				Direnç aralığı ($\pm$ Tolerans) (Ω) $R_- \leq R \leq R_+$	$R_{ölçüm}$ (Ω)
		I	II	III	IV		
1	Altın						
2							
3	Gümüş						
4							
5	Renksiz						
6							

2. Deney No: II

2.1. Deneyin Adı: Ohm Yasası

2.2. Deneyin Amacı: Elektrik akımı ile ilgili temel kavram ve kanunları gözden geçirmek.

2.3. Teorik Bilgiler

2.3.1. Ohm Yasası

İki nokta arasındaki elektrik alan şiddeti, noktalar arasındaki potansiyel farkının noktalar arasındaki uzaklığa oranı ($E=V/d$) olarak tanımlanır. Buna göre, akım yoğunluğu $J=\sigma V/d$ şeklinde yazılabilir. Bu tanıma göre potansiyel farkı

$$V=(d/\sigma)J = (d/\sigma A)I \quad (2.1)$$

şeklinde yazılabilir. Burada d , σ ve A terimleri birer sabit olup iletken ortamın karakteristik parametreleridir. Buna göre;

$$V/I = (d/\sigma A) = \text{sabit} \quad (2.2)$$

Bu oranın belirli bir madde için sabit kaldığı ilk defa Ohm tarafından gözlemlendiği için bu bağıntı Ohm Kanunu olarak bilinmektedir. Elde edilen sabite ise maddenin elektriksel direnci denir ve R harfi ile gösterilir. Ohm kanununa göre, bir iletken üzerinden akan akım şiddeti değiştirildiğinde, iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkı da akımla doğru orantılı olarak değişir:

$$V_1 / I_1 = V_2 / I_2 = V_3 / I_3 = \dots = V_n / I_n = \text{sabit} = R \text{ (Direnç)} \quad (2.3)$$

SI birim sisteminde direnç Ohm (Ω) birimiyle tanımlanır ($1 \Omega = 1 \text{ Volt} / 1 \text{ Amper}$). Bir maddenin iletkenliğinin tersine özdirenç denir.

$$\rho = 1 / \sigma \quad (2.4)$$

Böylece düzgün (homojen) bir iletken direnci ve özdirenci sırasıyla

$$R = \rho l/A \text{ ve } \rho = (A / l)R \quad (2.5)$$

olur. Ohm kanununa uyan maddelere lineer (doğrusal, çizgisel) maddeler denir.

Bir iletkenin direnci, ortam şartlarına bağlı olarak değişebilir. Bunlardan en çok etkili olan ortamın sıcaklığının değişmesidir. Birçok metal için direnç, sıcaklık arttıkça artar. Belirli bir sıcaklık aralığı için bir iletkenin öz direnci

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (2.6)$$

ρ : Herhangi bir T (°C) sıcaklığındaki öz direnç

ρ_0 : T_0 sıcaklığındaki öz direnç (T_0 genellikle 20°C alınır)

α : Öz direncin sıcaklık katsayısı ile belirlenir.

Buna göre, bir iletkenin öz direncinin sıcaklık katsayısı

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad (2.7)$$

ile verilir. Burada $\Delta \rho = \rho - \rho_0$, $\Delta T = T - T_0$ dır. Öz direnç sıcaklıkla değiştiğine göre direnç de aşağıdaki denkleme uygun olarak sıcaklıkla değişecektir:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \quad (2.8)$$

Metaller için direnç sıcaklıkla artarken, yarıiletkenler için sıcaklık arttıkça direnç azalır. Yani iletkenlik artar. İletkenlerin ve yarıiletkenlerin dirençlerinin sıcaklıkla değişmesi onların termometre gibi kullanılmalarını sağlar.

2.4. Deneyin Yapılışı

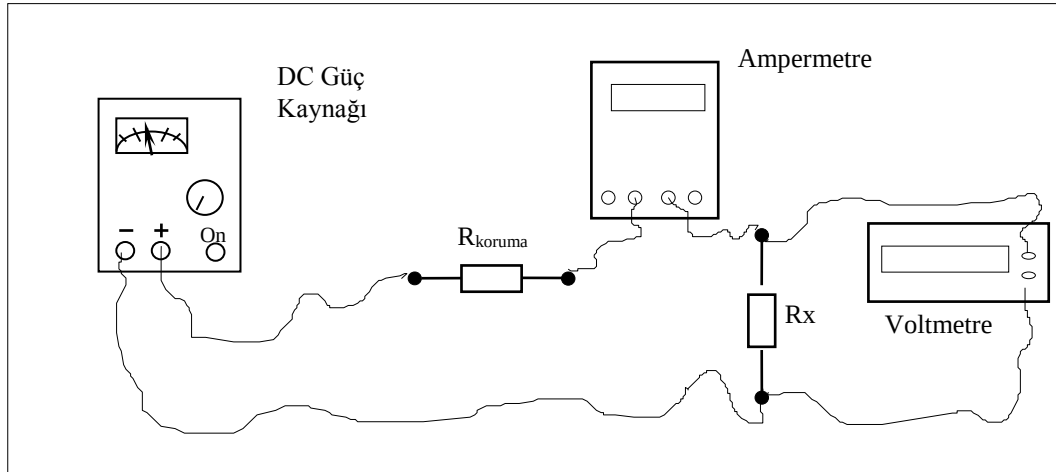
Ohm kanununu incelemek için aşağıdaki işlem basamakları takip edilebilir:

1. Seçtiğiniz üç farklı direncin değerini multimetrenin Ohmmetre fonksiyonunu kullanarak doğrudan ölçünüz.
2. Birinci direnci kullanarak Şekil 2.1'deki devreyi kurunuz ve sorumlu öğretim elemanına doğruluğunu kontrol ettiriniz.
3. Ampermetrede 10 mA okuyacak şekilde DC güç kaynağının çıkış potansiyelini yavaşça artırınız. 10 mA'lik akımı okuduğunuzda voltmetre ile ölçtüğünüz potansiyel farkını Tablo 2.1'e yazınız.
4. 20, 30, 40 ve 50 mA'lik akım değerleri için aynı ölçümleri alınız.
5. İkinci ve üçüncü dirençler için aynı işlemleri tekrarlayınız ve Tablo 2.1'i tamamen

doldurunuz.

Tablo 2.1'i dolduruncaya kadar işlemlere devam ediniz.

6. Ölçüm işlemleri tamamladıktan sonra, **bir direnç değeri için $V = f(I)$** grafiğini çiziniz. Elde ettiğiniz doğrunun eğimini hesaplayarak kullandığınız direncin değerini belirleyiniz (Eğim= $\tan\theta=R$).



Şekil 2.1. Ohm Kanununun doğrulanması için kullanılan deney düzeneği.

Tablo 2.1. Ohm kanunu incelemelerinin sonuçları.

Akım değeri I (mA)	Direnç üzerindeki gerilim değerleri, V (Volt)		
	$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$
10			
20			
30			
40			
50			

3. Deney No: III

3.1. Deneyin Adı: Direnç Tarafından Harcanan Güç ve Yük Eşleşmesi

3.2. Deneyin Amacı: Doğru akım devrelerinin incelenmesi ve devre analizi yöntemlerinin temel kurallarının kavranması.

3.3. Teorik Bilgiler

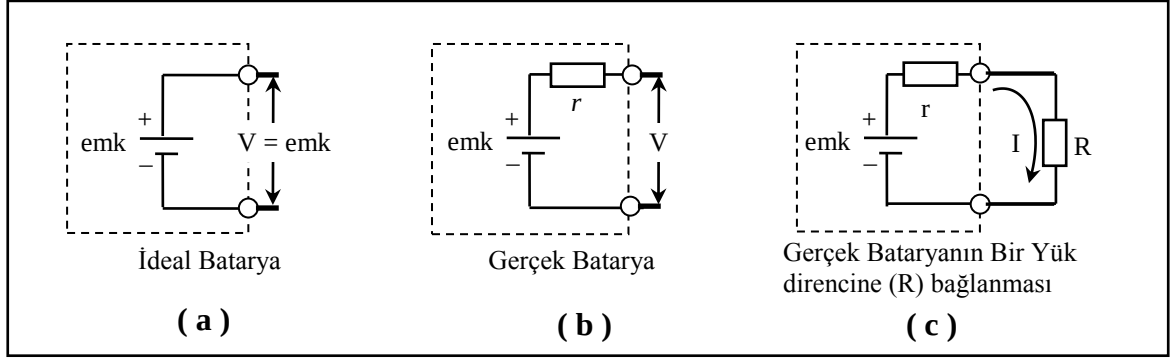
Bir elektrik devresinde yük taşıyıcılarını (elektronlar) harekete geçirerek elektrik akımının oluşmasına neden olan etkiye **Elektromotor Kuvvet** (emk) denir. Bir emk, yük pompası gibi düşünülebilir. Bir kaynağın emk'sı ε ile gösterilir ve birim yük başına yapılan iş olarak tanımlanır. SI birim sisteminde birimi Volt'tur.

İdeal bir bataryanın (güç kaynağının) çıkış uçları arasındaki potansiyel farkı, bataryanın emk'sına eşittir. Ancak, gerçekte bataryaların bir iç direnci vardır (Şekil 3.1). Bu nedenle, gerçek bir bataryanın üretebildiği emk, çıkış uçlarında bir miktar kayba uğrar. Gerçek bir bataryanın (mesela bir pilin) iç direnci r ile gösterilir.

Gerçek bataryanın bir R yük direncine bağlanması halinde batarya uçları arasındaki potansiyel farkı (gerilim)

$$V = \varepsilon - Ir \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Bu bağıntıdan, $I = 0$ olması durumunda (yani açık devre için) $V = \varepsilon$ olacağı görülür. Böylece, batarya uçları arasındaki gerilim, bataryadan çekilen akıma bağlı olarak değişecektir. Bu değişim, bataryanın iç direncinin büyüklüğüne bağlıdır. (3.1) bağıntısından görüldüğü gibi, iç direnç ne kadar küçük olursa, bataryanın sağladığı gerilim o kadar kararlı (sabit) kalacaktır. Bataryadan sağlanacak en büyük güç ise bataryaya bağlanan yük direncinin batarya iç direncine eşit olması durumunda verilecektir. Yük direncinin, batarya iç direncine eşit olması durumu “yük eşleşmesi” olarak tanımlanır.



Şekil 3.1. (a) İdeal batarya, (b) gerçek batarya, (c) gerçek bir bataryanın bir yük direncine (R) bağlanması.

(3.1) denklemi $\epsilon = V + Ir$ şeklinde de ifade edilebilir. Ohm kanununa uygun olarak $V = I \cdot R$ ifadesi bu denklemde yerine yazılırsa

$$\epsilon = I (R + r) \quad (3.2)$$

elde edilir. Devreden akan I akımı, (3.2) denkleminde faydalanılarak yazılabilir

$$I = \frac{\epsilon}{R + r} \quad (3.3)$$

$R \gg r$ ise (3.3) denklemi $I = \frac{\epsilon}{R}$ şeklinde düzeltilebilir. Bataryanın sağladığı güç ise

$$P = I \epsilon \Rightarrow P = I^2(R + r) \text{ veya } P = I^2R + I^2r \quad (3.4)$$

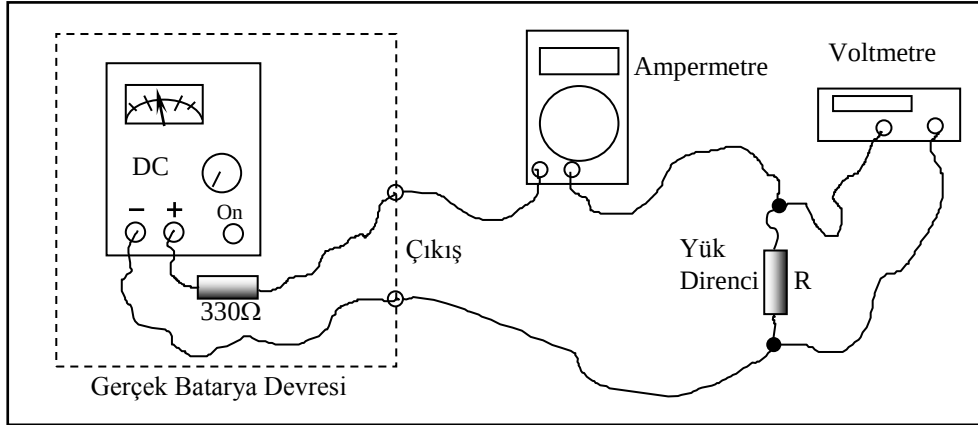
şeklinde yazılabilir. Bu ifadeye göre, emk tarafından sağlanan güç yük direncinin harcadığı güç ile iç direnç tarafından harcanan gücün toplamına eşittir.

3.4. Deneyin Yapılışı

1. DC güç kaynağının kapalı olmasına dikkat ederek Şekil 3.2'deki devreyi kurunuz.
2. Ampermetreyi 200mA konumuna alarak AB noktaları arasına seri olarak bağlayınız.
3. DC güç kaynağının çıkış gerilimini 10 Volt'a ayarlayınız ve deney esnasında sabit kalmasına dikkat ediniz.
4. Devreden gecen I akımını ampermetreden, R direnci üzerindeki V gerilimini ise voltmetreden okuyunuz ve Tablo 3.1'e kaydediniz.
5. Tablo 3.1'de değerleri verilmiş olan farklı R dirençleri için bu işlemleri tekrarlayınız

ve Tablo 3.1'i doldurunuz.

6. Tablo 3.1'deki sonuçları kullanarak $P=f(V)$ grafiğini çizin ve bu grafiği yorumlamaya çalışınız. $R = r$ olduğu zaman R direnci üzerine verilen gücün maksimum olmasının nedenini tartışınız.



Şekil 3.2. Elektromotor kuvvet ve yük eşleşmesinin incelenmesi için kullanılan deney düzeneği.

Tablo 3.1. Yük eşleşmesi.

R (Ω)	I (mA)	V (Volt)	P = I ² R (Watt)
100			
150			
220			
330			
470			
560			
680			

4. Deney No: IV

4.1. Deneyin Adı: Kirchhoff Yasası

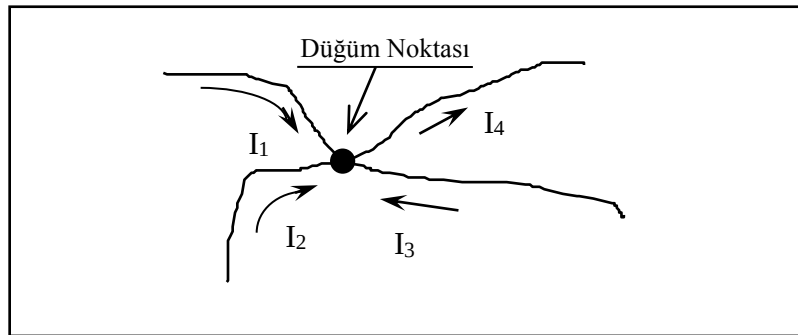
4.2. Deneyin Amacı: Kirchhoff Yasası'nın temel devre düzeneklerine uygulanması ve bu kuralların kavranması.

5.3. Teorik Bilgiler

Karmaşık devrelerde bulunan dirençler, seri ve paralel bağlama kurallarından yararlanılarak indirgenebilir ve devre, bir ya da daha fazla emk kaynağı ile birkaç dirençten oluşan bir devreye teorik olarak dönüştürülür. Bu işlemten sonra devrenin analizi için aşağıdaki Kirchhoff kuralları uygulanır:

1. Herhangi bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı, bu düğüm noktasını terk eden akımların cebirsel toplamına eşittir (düğüm noktası, devredeki akımın kollara ayrıldığı bir bağlantı noktasıdır). Bu kural yük korunumunu ifade eder. Başka bir deyişle düğüm noktasında yük birikmeyeceği için giren ve çıkan yükün birbirine eşit olması gerekir (Şekil 4.1).

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0 \text{ veya } I_1 + I_2 + I_3 = I_4 \quad (4.1)$$



Şekil 4.1. Kirchhoff'un akım kuralı.

2. Herhangi bir kapalı devre (ilmek) boyunca bütün devre elemanlarının uçları arasındaki gerilim düşmelerinin cebirsel toplamı sıfırdır. Bu ifadeye göre Şekil 4.2'deki devre için aşağıdaki denklemler yazılabilir:

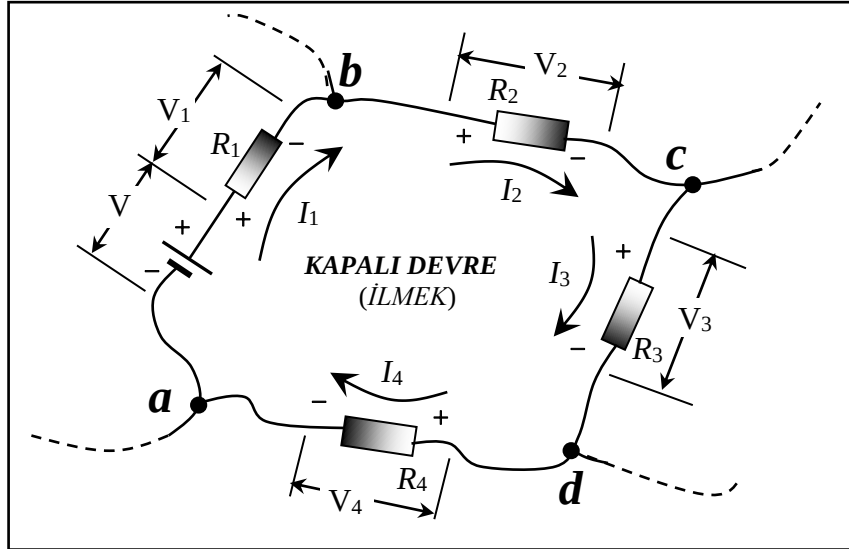
$$-V + V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0 \quad (4.2)$$

$$\sum_i \Delta V_i = 0 \quad (4.3)$$

veya $V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} + V_{da} = 0$ ve $V_{ab} = V_1 - V$ dir. Sonuç olarak, Şekil 4.2 için

$$V_1 = V_2 + V_3 + V_4 \quad (4.4)$$

eşitliğini yazmak mümkündür.



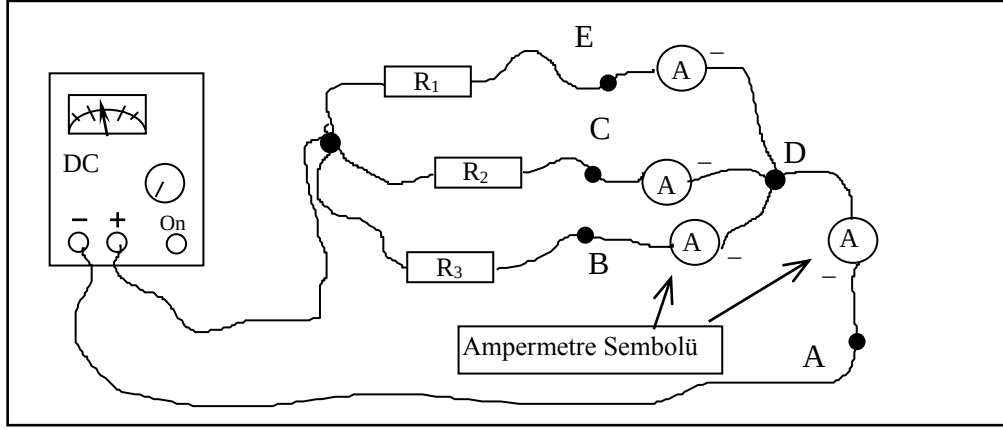
Şekil 4.2. Kirchhoff'un gerilim kuralı.

4.4. Deneyin Yapılışı

4.4.1. Akım Kuralı

1. Şekil 4.3'teki devreyi kurunuz.
2. DC güç kaynağının çıkış gerilimini 10 Volt'a ayarlayınız.
3. Multimetreyi ampermetre konumuna alarak AD noktaları arasında seri olarak bağlayınız.
4. 10 volta ayarlamış olduğunuz DC güç kaynağını açınız ve ampermetre yardımıyla AD noktaları arasından geçen akım değerini (negatif veya pozitif olduğuna dikkat ederek) okuyunuz ve I_{AD} olarak not ediniz.
5. Daha sonra ampermetreyi sırası ile BD, CD, ED noktaları arasında seri olarak bağlayınız ve okuduğunuz akım değerlerini I_{BD} , I_{CD} , I_{DE} olarak Tablo 4.1'e kaydediniz.
6. Ampermetre ile okuduğunuz bu akım değerlerini cebirsel olarak toplayınız ve elde ettiğiniz sonucun Kirchhoff'un akım kuralını doğrulayıp doğrulamadığını tartışınız.

Not: Okuduğunuz bütün akım değerleri için ampermetrenin negatif ucunun D noktasında olmasına **dikkat ediniz!!!**



Şekil 4.3. Kirchhoff'un akım kuralının incelenmesi için kullanılan deney düzeneği.

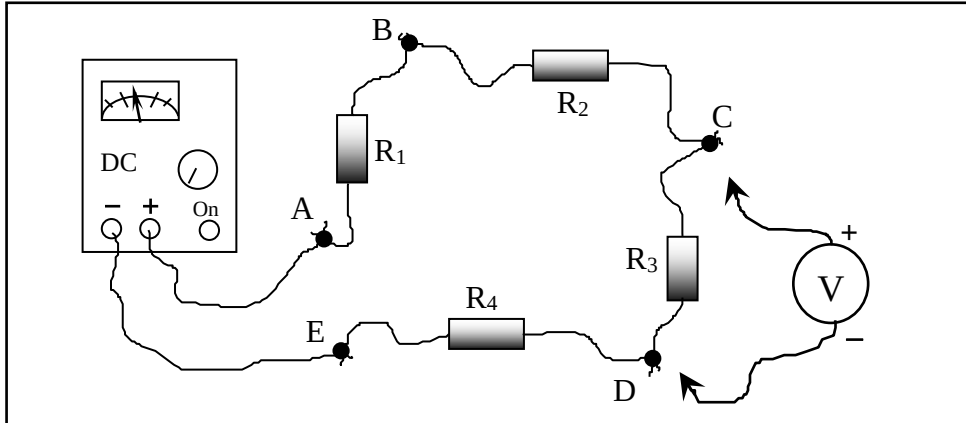
Tablo 4.1. Her bir direnç üzerinden ve düğüm noktalarından geçen akım değerleri

Direnç No	R (Ω)	I (.....)	İhesaplanan (.....)	İölçülen (.....)
1				
2				
3				

4.4.2. Gerilim Kuralı

1. Şekil 4.4'teki devreyi kurunuz.
2. Multimetreyi voltmetre konumuna alarak AB, BC, CD, DE, EA noktaları arasındaki gerilim değerlerini teker teker okuyunuz ve bu gerilim değerlerini not ediniz.
3. Voltmetre ile ölçtüğünüz bu gerilim değerlerini cebirsel olarak toplayınız ve sonucunuzun Kirchhoff'un gerilim kuralına uyup uymadığını tartışınız.

Not: Gerilim okunması esnasında, voltmetrenin pozitif ucunun sırası ile A. B. C, D ve E noktalarında olmasına **dikkat ediniz!!!**



Şekil 4.4. Kirchhoff'un gerilim kuralının incelenmesi için kullanılan deney düzeneği.

Tablo 4.2. Seri bağlı her bir direnç üzerindeki ve direnç devresinin uçları arasındaki gerilim değerleri

Direnç No	R (Ω)	V (Volt)	V _{hesaplanan} (Volt)	V _{ölçülen} (Volt)
1				
2				
3				
4				

5. Deney No: V

5.1. Deneyin Adı: Gerilim Bölücü Devre ve Wheatstone Köprüsü

5.2. Deneyin Amacı: Gerilim bölücü devrelerin elektronik karakteristiklerinin incelenmesi

5.3. Teorik Bilgiler

5.3.1. Gerilim Bölücü Devre

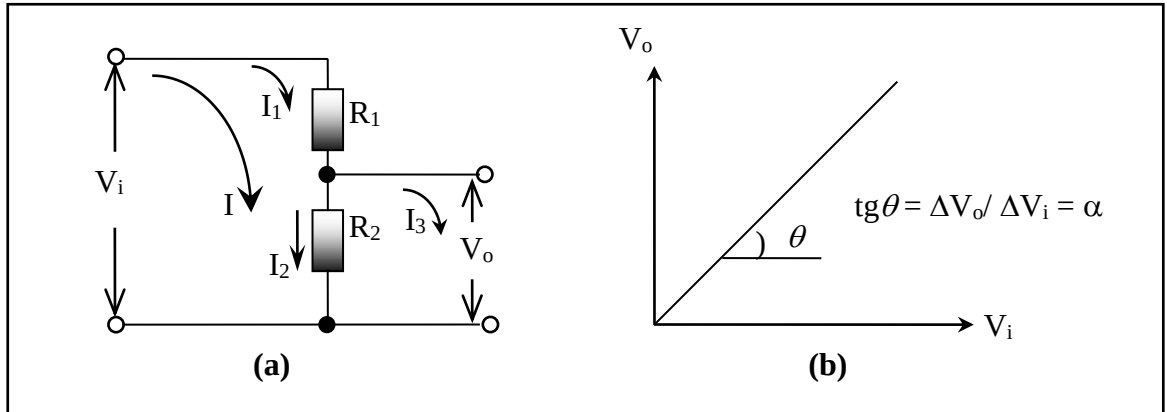
Şekil 5.1a'daki devreye göre $I_3=0$ veya $I_3 \ll I_2 \approx I_1$ için $I = I_1 = I_2$ olarak kabul edilirse, Ohm kanununa göre $V_o = IR_2$ olur. Bu şartlar altında

$$V = \frac{V_i}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_o = \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] V_i \quad (5.1)$$

elde edilir, $\left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] = \alpha$ ise $V_o = \alpha V_i$ olur. Böylece, Şekil 5.1b'de görüldüğü gibi çıkış gerilimi (V_o), giriş gerilimine bağlı olarak doğrusal değişir. $R_1 = R_2$ özel durumu için çıkış gerilimi

$$V_o = \frac{V_i}{2} \quad (5.2)$$

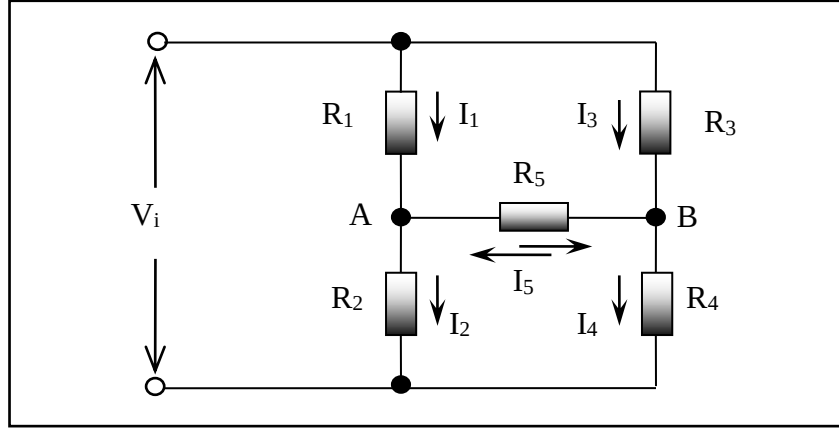
ile verilir.



Şekil 5.1. (a) Gerilim bölücü devre, **(b)** gerilim bölücü devrede çıkış geriliminin giriş gerilimine bağlılığı.

5.3.2. Wheatstone Köprüsü

Wheatstone Köprüsü aynı giriş gerilimine sahip iki gerilim bölücü devreden oluşur (Şekil 5.2). R_1 ve R_2 dirençlerinin bulunduğu kısım birinci gerilim bölücü devre, R_3 ve R_4 dirençlerinin olduğu kısım ise ikinci gerilim bölücü devredir.



Şekil 5.2. Wheatstone köprü devresi.

Şekil 5.2’de gösterilmiş olan A ve B noktalarının potansiyelleri aynı ($V_A=V_B$) ise A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı $V_A-V_B=0$ olur. Bu iki nokta arasındaki potansiyel farkının sıfır olması I_5 akımının sıfır olmasına neden olur.

Devrenin A ve B noktalarının potansiyel değerleri sırası ile $V_A=[\frac{R_2}{R_1+R_2}]V_i$ ve

$V_B=[\frac{R_4}{R_3+R_4}]V_i$ olmak kaydıyla $V_A=V_B$ denge şartı için

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (5.3)$$

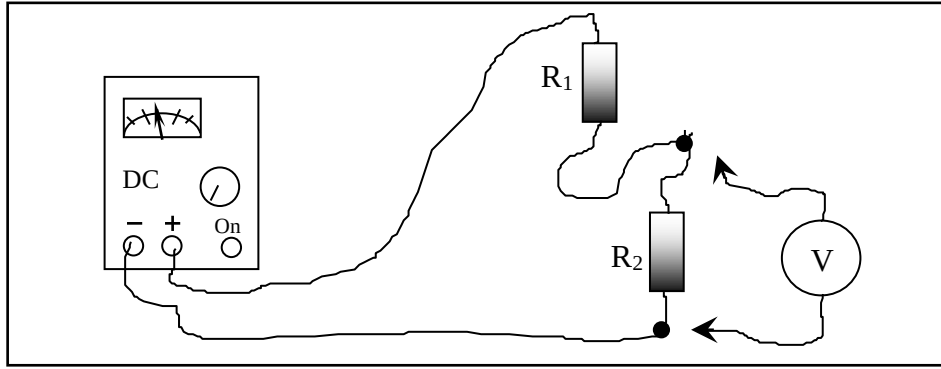
elde edilir.

Wheatstone köprü devresi hem endüstriyel hem de bilimsel kullanım alanına sahiptir. En yaygın kullanıldığı yer, bilinmeyen dirençlerin belirlenmesidir. Eğer devredeki dirençlerden üçü biliniyorsa, bilinmeyen dördüncü direncin değeri (5.3) bağıntısından kolayca belirlenebilir. Burada bilinmeyen direnç, herhangi bir fiziksel olay sonucunda direnci değişen bir algılayıcı (sensör) olabilir. Örnek olarak bir sensörün direnci, üzerine düşen ışık şiddeti ile sensörün bulunduğu ortamın sıcaklığı ile veya sensör üzerine uygulanan kuvvet ile değişebilir. Böyle bir direnç değişimi sonucunda I_5 akımının değişeceği söylenebilir. Böylece, I_5 akımının değişim ölçüsü, sensör üzerindeki fiziksel etkinin değişim ölçüsüne özdeş olacaktır.

5.4. Deneyin Yapılışı

5.4.1. Gerilim Bölücü Devre

1. Şekil 5.3'teki devreyi kurunuz.
2. $R_1/R_2=1$ durumunda farklı giriş gerilimi değerleri için çıkış gerilimini (V_o) voltmetre aracılığı ile okuyunuz ve Tablo 5.1'e kaydediniz.
3. Tablo 5.1'deki sonuçları kullanarak $V_o = f(V_i)$ grafiğini çizin ve α parametresinin deneysel değerini bulunuz.
4. $\alpha = \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right]$ eşitliğinden α parametresinin teorik değerini bulunuz.
5. Yüzdelik bağıl hatayı ($\% \delta \alpha$) hesaplayınız.



Şekil 5.3. Gerilim bölücü devrenin incelenmesi için deney düzeneği.

Tablo 5.1. Gerilim bölücü devre.

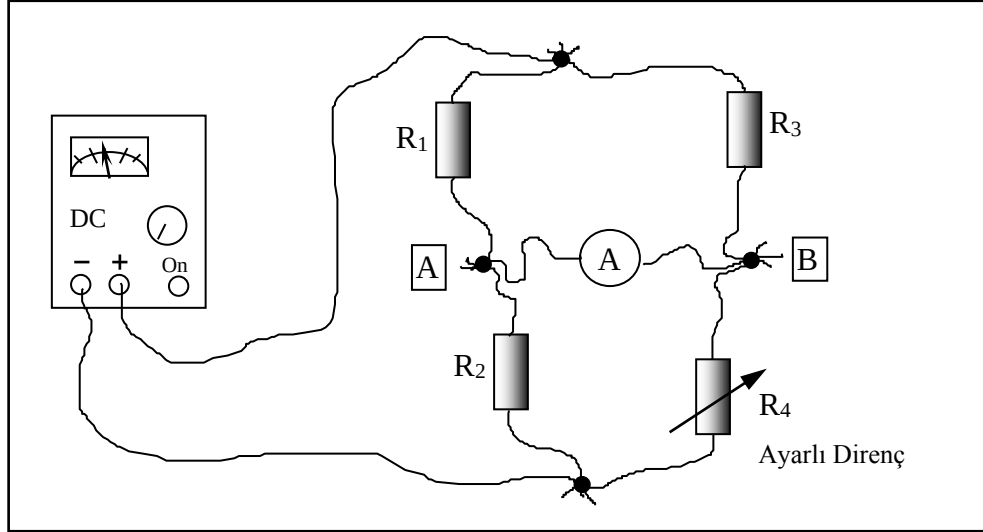
$R_1 / R_2 = 1$ ($R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$)				
V_i (V)	4	6	8	10
V_o (V)				

5.4.2. Wheatstone Köprüsü

1. Şekil 5.4'teki devreyi kurunuz.
2. Sorumlu Öğretim Elemanı gözetiminde DC güç kaynağı ile devreye uygun bir giriş voltajı ($\approx 5V$) uygulayınız.
3. Ampermetreyi, Şekil 5.4'teki gibi A ve B noktaları arasına seri olarak bağlayınız.
4. R_4 ayarlı direncinin değerini değiştirerek ampermetreden okuduğunuz akım değerini sıfıra ayarlayınız.
5. Sıfır akım değerini okuduğunuz anda R_4 direncini devreden çıkarınız ve bir

Ohmmetre yardımı ile değerini ölçünüz.

6. Denklem (5.3)'ü kullanarak R_4 direncinin değerini hesaplayınız ve ölçtüğünüz direnç değeri ile karşılaştırınız.



Şekil 5.4. Wheatstone köprüsünün incelenmesi için deney düzeneği.

Tablo 5.2. Deneyde kullanılan ve hesaplanan direnç değerleri

V_i (Volt)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_4 (hesaplanan) (Ω)	R_4 (ölçülen) (Ω)	$\% \delta R_4$

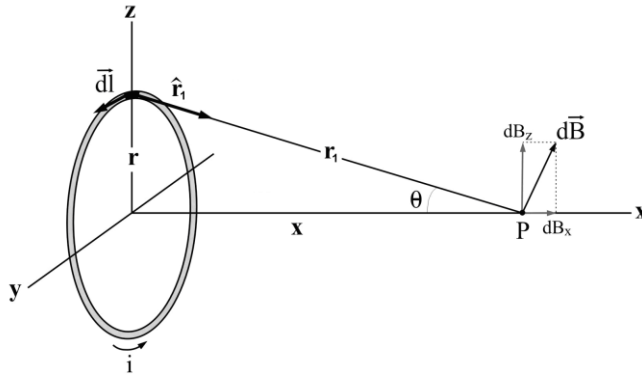
6. Deney No: VI

6.1. Deneyin Adı: Sarım Sayısı ile Tel Halkanın Manyetik Alanının Değişimi

6.2. Deneyin Amacı: Sarım sayısına bağlı olarak iletken bir tel halkanın manyetik alan şiddetinin incelenmesi

6.3. Teorik Bilgiler

Oersted, 1819 yılında akım taşıyan bir iletkenin bir pusula iğnesini saptırdığını keşfetti. Bunun anlamı akım taşıyan bir iletken tel, çevresinde bir manyetik alan oluşturmaya idi. Bu keşiften kısa bir süre sonra, Jean Baptiste Biot ve Felix Savart kararlı akım taşıyan bir iletkenin bir mıknatıs üzerinde kuvvet oluşturduğunu gördüler. Biot ve Savart deneysel sonuçlardan yola çıkarak uzayın bir noktasındaki manyetik alanı, bu alanı oluşturan akım cinsinden veren ifadeyi buldular. Bu yasanın matematiksel olarak elde edilmesini, Şekil 6.1'i kullanarak inceleyelim.



Şekil 6.1. İletken bir tel halkadan geçen sabit akımın uzaydaki bir P noktasında oluşturduğu manyetik alan

Üzerinden “i” akımı geçen tel üzerindeki $d\vec{l}$ elemanından eksen üzerindeki ölçüm noktasına uzanan vektör $\hat{r}$ ise, o noktadaki manyetik alan şiddeti $d\vec{H}$ her iki vektöre de dik olup aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$d\vec{H} = \frac{i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}_1}{r_1^3} \quad (6.1)$$

Şekildeki $d\vec{l}$ vektörü sayfa düzlemine dik, $\hat{r}_1$ ve $d\vec{H}$ vektörleri ise sayfa düzleminde. Bu durumda tüm çembersel iletken üzerinden integral alınırsa;

$$H = \frac{i}{4\pi} \int \frac{dl}{r_1^2} \sin \theta \quad (6.2)$$

$$H = \frac{i}{4\pi} \int \frac{dl \times r}{r_1^3} \quad (6.3)$$

$$H = \frac{i}{4\pi} 2\pi r \frac{r}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (6.4)$$

$$H = \frac{i}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (6.5)$$

Ölçüm noktasındaki (P noktası) manyetik alan vektörü $d\vec{H}$, biri z-ekseni doğrultusunda (dH_z), diğeri ise x-ekseni doğrultusunda (dH_x) olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. İletken tel üzerindeki tüm dl elemanlarından kaynaklanan bütün x-ekseni bileşenleri aynı yönde olduklarından birbirlerine eklenirler, z-ekseni bileşenleri ters yönlü olduğundan birbirlerini yok ederler. Manyetik alan ($\vec{B}$) ile manyetik alan şiddeti ($\vec{H}$) arasında,

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H} \quad (6.6)$$

ilişkisi vardır. Eşitlikte, μ_0 boş uzayın manyetik geçirgenliği olup, değeri $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ T.m/A}$ iken, $\mu_r = 1.000004$ olduğundan ihmal edilebilir. Eşitlik (6.5)'i Eşitlik (6.6)'da kullanırsak P noktasında oluşan manyetik alan büyüklüğü;

$$B = \frac{i\mu_0}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (6.7)$$

eşitliği ile verilir. Sonuç olarak, r yarıçaplı, N adet iletken tel çemberden i akımı geçtiğinde çemberin ekseni boyunca ve merkezden x uzaklığında oluşan manyetik alan

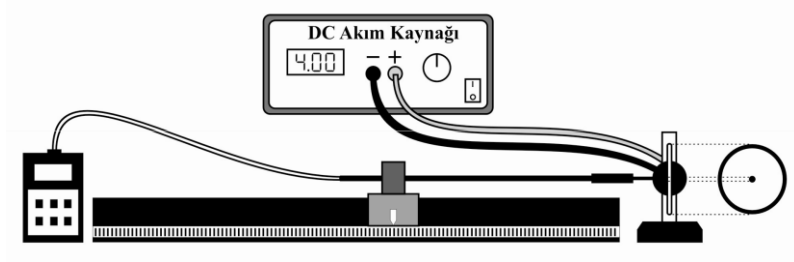
$$B(x) = N\mu_0 \frac{i}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (6.8)$$

denklemleri ile ifade edilirken, halkanın merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü,

$$B(x) = \frac{\mu_0 Ni}{2r} \quad (6.9)$$

bağıntısı ile verilir.

6.4. Deneyin Yapılışı



Şekil 6.2. İletken tel halkanın oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi devresi

Deneyi yapmak için aşağıdaki adımları izleyin:

1. Şekil 6.2'deki devre düzeniğini kurmak için 62 mm çaplı ve 1 sarımlı olan dairesel teli kullanın ve güç kaynağını açmadan, kurduğunuz devreyi deney sorumlusuna kontrol ettirin.
2. Tutacın pozisyonunu, sensör tam olarak halkanın merkezinde olacak şekilde ayarlayınız.
3. Doğru akım kaynağının açın ve akım değerini 4 A olacak şekilde ayarlayınız.
4. Gauss-militesla ayarından (G/mT) Tesla skalasına geçin.(Bunun yapılmasının sebebi hesaplamalarımızda SI birim sistemini kullanmamızdır. $1T = 10^4G$)
5. Teslametre ekranında okuduğunuz manyetik alan büyüklüğünü Tablo 6.1'e yazınız.
6. Aynı ölçümleri 62 mm çaplı 2, 3 ve 4 sarımlı iletken tel halkalar için tekrarlayınız.
7. Tablo 6.1'den faydalanarak $B=f(N)$ grafiğini çizerek boş uzayın manyetik geçirgenliğinin (μ_0) değerini hesaplayınız.
8. Deneysel olarak bulduğunuz μ_0 değerini, teorik değeri ($\mu_0 = 1,256.10^{-6} T.m / A$) ile karşılaştırarak bağıl hatayı ($\delta\mu_0$) hesaplayınız.

Tablo 6.1. R= 62 mm çaplı tel halka için manyetik alanın sarım sayısına göre değişimi

N (sarım)	B (mT)
1	
2	
3	
4	

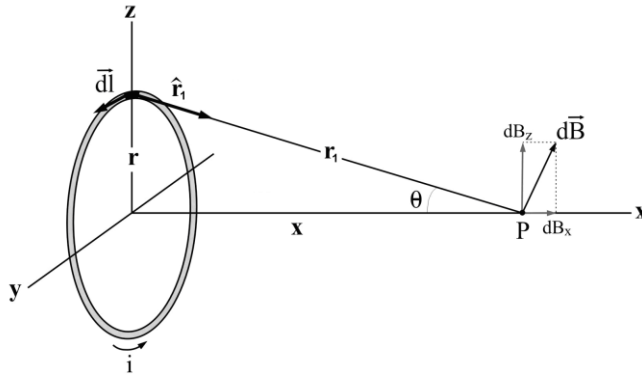
7. Deney No: VII

7.1. Deneyin Adı: Halka Yarıçapı ile Tel Halkanın Manyetik Alanının Değişimi

7.2. Deneyin Amacı: Halka yarıçapına bağlı olarak iletken bir tel halkanın manyetik alan şiddetinin incelenmesi

7.3. Teorik Bilgiler

Oersted, 1819 yılında akım taşıyan bir iletkenin bir pusula iğnesini saptırdığını keşfetti. Bunun anlamı akım taşıyan bir iletken tel, çevresinde bir manyetik alan oluşturmaya idi. Bu keşiften kısa bir süre sonra, Jean Baptiste Biot ve Felix Savart kararlı akım taşıyan bir iletkenin bir mıknatıs üzerinde kuvvet oluşturduğunu gördüler. Biot ve Savart deneysel sonuçlardan yola çıkarak uzayın bir noktasındaki manyetik alanı, bu alanı oluşturan akım cinsinden veren ifadeyi buldular. Bu yasanın matematiksel olarak elde edilmesini, Şekil 7.1'i kullanarak inceleyelim.



Şekil 7.1. İletken bir tel halkadan geçen sabit akımın uzaydaki bir P noktasında oluşturduğu manyetik alan

Üzerinden “i” akımı geçen tel üzerindeki $d\vec{l}$ elemanından eksen üzerindeki ölçüm noktasına uzanan vektör $\hat{r}$ ise, o noktadaki manyetik alan şiddeti $d\vec{H}$ her iki vektöre de dik olup aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$d\vec{H} = \frac{i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}_1}{r_1^3} \quad (7.1)$$

Şekildeki $d\vec{l}$ vektörü sayfa düzlemine dik, $\hat{r}_1$ ve $d\vec{H}$ vektörleri ise sayfa düzleminde. Bu durumda tüm çembersel iletken üzerinden integral alınırsa;

$$H = \frac{i}{4\pi} \int \frac{dl}{r_1^2} \sin \theta \quad (7.2)$$

$$H = \frac{i}{4\pi} \int \frac{dl \times r}{r_1^3} \quad (7.3)$$

$$H = \frac{i}{4\pi} 2\pi r \frac{r}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (7.4)$$

$$H = \frac{i}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (7.5)$$

Ölçüm noktasındaki (P noktası) manyetik alan vektörü $d\vec{H}$, biri z-ekseni doğrultusunda (dH_z), diğeri ise x-ekseni doğrultusunda (dH_x) olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. İletken tel üzerindeki tüm dl elemanlarından kaynaklanan bütün x-ekseni bileşenleri aynı yönde olduklarından birbirlerine eklenirler, z-ekseni bileşenleri ters yönlü olduğundan birbirlerini yok ederler. Manyetik alan ($\vec{B}$) ile manyetik alan şiddeti ($\vec{H}$) arasında,

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H} \quad (7.6)$$

ilişkisi vardır. Eşitlikte, μ_0 boş uzayın manyetik geçirgenliği olup, değeri $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ T.m/A}$ iken, $\mu_r = 1.000004$ olduğundan ihmal edilebilir. Eşitlik (7.5)'i Eşitlik (7.6)'da kullanırsak P noktasında oluşan manyetik alan büyüklüğü;

$$B = \frac{i\mu_0}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (7.7)$$

eşitliği ile verilir. Sonuç olarak, r yarıçaplı, N adet iletken tel çemberden i akımı geçtiğinde çemberin ekseni boyunca ve merkezden x uzaklığında oluşan manyetik alan

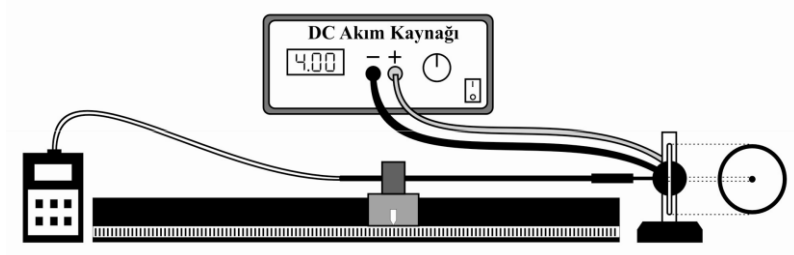
$$B(x) = N\mu_0 \frac{i}{2} \frac{r^2}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \quad (7.8)$$

denklemleri ile ifade edilirken, halkanın merkezinde oluşan manyetik alanın büyüklüğü,

$$B(x) = \frac{\mu_0 Ni}{2r} \quad (7.9)$$

bağıntısı ile verilir.

7.4. Deneyin Yapılışı



Şekil 7.2. İletken tel halkanın oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi devresi

Deneyi yapmak için aşağıdaki adımları izleyin:

1. Şekil 7.2'deki devre düzeneğini 62 mm çaplı ve 3 sarımlı olan dairesel tel halka ile tekrar kurunuz.
2. Güç kaynağını açmadan, kurduğunuz devreyi deney sorumlusuna kontrol ettiriniz.
3. Tutacın pozisyonunu, sensör tam olarak halkanın merkezinde olacak şekilde ayarlayınız.
4. Doğru akım kaynağını açın ve akım değerini 4 A olacak şekilde ayarlayınız.
5. Gauss-militesla ayarından (G/mT) Tesla skalasına geçiniz.
6. Tel halkanın merkezindeki ($x=0$) manyetik alan büyüklüğünü teslametre ekranından okuyarak Tablo 7.1'e yazınız.
7. Aynı ölçümleri 3 sarımlı 86 mm ve 122 mm çaplı iletken tel halkalar için de tekrarlayınız ve okuduğunuz manyetik alan büyüklüklerini Tablo 7.1'e yazınız.
8. Tablo 7.1'den faydalanarak manyetik alan büyüklüğünün, tel halkanın yarıçapının tersine karşı $[B=f(1/r)]$ grafiğini çizin ve devreden geçen akım (i) değerini hesaplayınız.
9. Grafikten yararlanarak bulduğunuz akım değerini, deney esnasında ayarladığınız akım değeri ile karşılaştırarak akımdaki yüzde bağıl hatayı ($\% \delta i$) hesaplayınız.

Tablo 7.1. 3 sarımlı ($N=3$) tel halka için manyetik alanın halka yarıçapına göre değişimi

R (mm)	r (mm)	r (m)	1/r (1/m)	B (mT)
62				
86				
122				

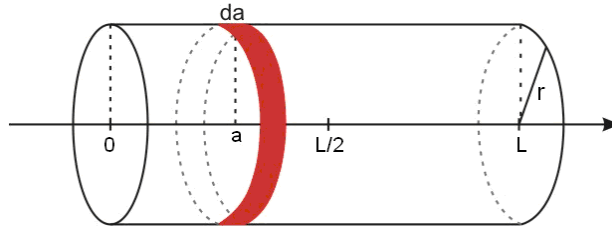
8. Deney No: VIII

8.1. Deneyin Adı: Bir Bobinin Manyetik Alanı

8.2. Deneyin Amacı: Sarım sayısına bağlı olarak bobinin manyetik alan şiddetinin incelenmesi

8.3. Teorik Bilgiler

Uzunluğu ihmal edilemeyecek kadar büyük ve L olan N sarımlı bir bobinin eksenini boyunca manyetik akının karakteristiği sonsuz küçük sayıda ve uzunlukta bobinlerden oluştuğu varsayılarak elde edilir (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. Uzunluğu ihmal edilemeyecek kadar uzun ve L olan N sarımlı bobin

Orijinden belli bir uzaklıktaki bir bobinin kesiti, sonsuz küçüklükte bir manyetik alan verir;

$$dB(x) = \frac{1}{2} \frac{N}{L} \mu_0 i \frac{r^2}{[r^2 + (x-a)^2]^{3/2}} da \quad (8.1)$$

olarak bulunur. Eşitlikte, Nda/L ; da kalınlıklı bobin kesitindeki sarım sayısı; μ_0 ise boş uzayın manyetik geçirgenliğidir ($\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ T.m/A}$). Toplam manyetik alan “ a ” üzerinden integral alınarak

$$B(x) = \frac{N\mu_0 i r^2}{2L} \int_0^L \frac{da}{[r^2 + (x-a)^2]^{3/2}} \quad (8.2)$$

eşitliği ile ifade edilir. Eğer bu integral alınırsa;

$$B(x) = \frac{N\mu_0 i}{2L} \left[\int_0^L \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{x-L}{\sqrt{r^2 + (x-L)^2}} \right] \quad (8.3)$$

bağıntısı elde edilir. Uzun ve ince bobinin ($r \ll L$) merkezine yakın bir noktada

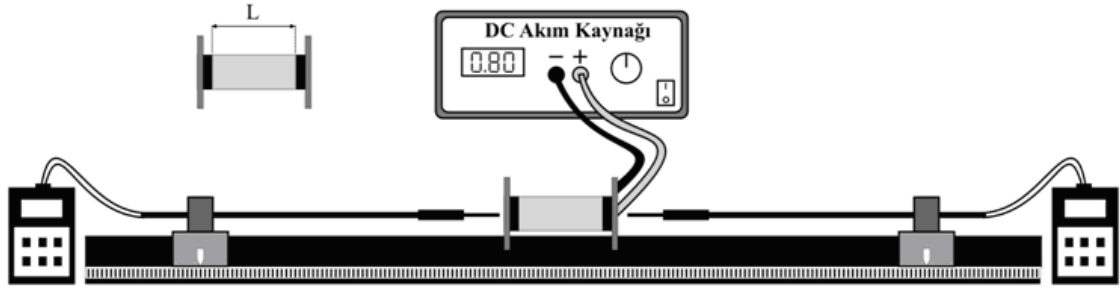
($x = L/2$) manyetik alanın büyüklüğü Denklem (8.3)'den şöyle bulunur:

$$B_{\text{merkez}} = \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (8.4)$$

Bobinin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğü 8.4 eşitliğinde ifade edildiği gibi iken, bobinin uçlarındaki ($x = L$) manyetik alanın büyüklüğü bu değerin yarısı kadardır.

$$B_{\text{uç}} = \frac{1}{2} \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (8.5)$$

8.4. Deneyin Yapılışı



Şekil 8.2. Bobinin oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi için kurulacak devre düzeneği

Deneyi yapmak için aşağıdaki adımları izleyin:

1. Şekil 8.2'deki devre düzeneğini, 100 sarımlı olan bobini kullanarak kurun ve güç kaynağını açmadan, kurduğunuz devreyi deney sorumlusuna kontrol ettirin.
2. Ölçekli ray üzerine karşılıklı olarak yerleştirdiğiniz her bir teslametre sensörünün bobinin tam merkezinde olmasını sağlayınız.
3. DC akım kaynağını açarak akım değerini 0,8 A olacak şekilde ayarlayınız ve bobinin merkezinde ($x = 0$ için) oluşan manyetik alan büyüklüğünü her bir teslametreden okuyarak Tablo 8.1'de yazınız.
4. Sağdaki ve soldaki teslametreleri bobin merkezinden 1 cm'lik eşit mesafelerle uzaklaştırarak teslametreden okudunuz manyetik alan büyüklüğünü Tablo 8.1'e yazınız.
5. Bobin merkezindeki ve uçlarındaki manyetik alan büyüklüğünü (B_{merkez} ve $B_{\text{uç}}$) sırasıyla (8.4) ve (8.5) eşitliklerinden hesaplayarak teslametreden okuduğunuz değerler ile karşılaştırınız.
6. Aynı işlemleri 200 sarımlı bobin için tekrarlayınız.

7. Bobinlerden biri için elde ettiğiniz değerleri kullanarak $B = f(x)$ grafiğini çizin ve yorumlayınız.

8. Sağdaki ve soldaki teslametrelerin sensörleri bobin merkezinden eşit uzaklıkta iken (örneğin $x = -1\text{cm}$ ve $x = 1\text{cm}$ iken), teslametrelerden okunan manyetik alan büyüklüklerinin eşit olup olmadığını gözlemlerinize ve yaptığınız ölçümlere dayanarak yorumlayınız.

Tablo 8.1. Farklı sarım sayısına sahip bobinlerin manyetik alan büyüklüğünün, bobin merkezinden olan uzaklığa bağlı olarak değişimi

		x (cm)												
N (sarım)	B _{uç} (mT)	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
100														
200														
		B (mT)												