

TEMEL FİZİK LABORATUARI

DENEY NO	DENEY ADI	
1	MERMİ FIRLATICISI	
2	EĞİK DÜZLEM	
3	DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET	
4	DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET	
5	OHM KANUNU	
6	KAPALI DEVREDE AKIMLAR	
7	KAPASİTÖRLER	
8	BIOT-SAVART YASASI	

DENEY 1: MERMİ FIRLATICISI

DENEYİN AMACI: Bu deneyin amacı belirli bir açı ile fırlatılan bir topun atış uzaklığını hesaplamaktır. Topun ilk hızı , yatay atış hareketiyle ölçülen atış uzaklığı ve fırlatıcının yüksekliğiyle belirlenir.

TEORİK BİLGİ: Yatayla herhangi bir açı ile fırlatılan bir topun nereye isabet edeceğini belirlemek için ilk önce topun ilk hızını belirlemek gerekir. Bu ilk hız, topun masadan yatay olarak fırlatılması sonucu almış olduğu yatay ve dikey yollar ölçülerek belirlenir. Daha sonra bu ilk hız, top belirli bir açı ile atıldığında topun nereye isabet edeceğini hesaplamada kullanılır.

İlk Yatay Hız

Bir masadan yatay olarak fırlatılan bir top için ilk hız v_0 , top tarafından alınan yatay uzaklık $x = v_0 t$ dir. Burada t topun uçuş süresidir. Havanın sürtünmesi ihmal edilmiştir.

$$t \text{ süresinde topun aldığı düşey yol } y = \frac{1}{2} g t^2 \text{ ile verilir.}$$

Topun ilk hızı x ve y mesafeleri ölçülerek belirlenir.

Topun uçuş zamanı

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

ile bulunur ve ilk hız $v_0 = \frac{x}{t}$ den bulunabilir.

Herhangi Bir Açı İle İlk Hız

Belirli bir θ açısında bir ilk hızla fırlatılan topun alacağı x mesafesini bulmak için, ilk önce aşağıda verilen düşey hareket denkleminde uçuş zamanını hesaplamak gerekir :

$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$$

Burada y_0 topun ilk yüksekliği ve y topun zemine çarptığı andaki konumudur.

Böylece x mesafesini bulmak için

$$x = (v_0 \cos \theta) t$$

denklemini kullanılır.

Düzenek

1. Mermi fırlatıcısını sabit bir masanın bir kenarına mengeneyle sıkıştırınız.
2. Topun yatay olarak fırlatılması için mermi fırlatıcısının açısını sıfır dereceye ayarlayın.

Deneyin Yapılışı

a : Topun İlk Hızını Belirlemek

1. Plastik topu mermi fırlatıcısının içine yerleştirin ve fırlatıcıyı uzun menzil konumuna getirin. Topun çarpacağı zemine doğru ateş edin. Bu konumda bir parça beyaz kağıdı duvara yapıştırın. Bir parça karbon kağıdını da bu beyaz kağıdın üstüne yapıştırın. Top yüzeye çarptığında beyaz kağıdın üzerinde iz bırakacaktır.

2. On kez ateş edin.

3. Topun hedefte çarpmış olduğu noktadan itibaren düşey uzaklığı ölçün. Bu uzaklığı Tablo 1.1 'e kaydedin.

4. Namludan serbest bırakılan topun zemin üzerinde çarptığı noktayı belirleyin. Bu noktanın topun fırlatıldığı yere olan uzaklığını ölçün ve Tablo 1.1 'e kaydedin.

5. Kağıdın kenarından itibaren on izin (lekenin) herbirinin uzaklığını ölçün ve Tablo 1.1'e kaydedin.

6. On uzaklığın ortalamasını bulun ve sonucu Tablo 1.1 'e kaydedin.

7. Düşey uzaklık ve ortalama yatay uzaklığı kullanarak, uçuş süresini ve tpun ilk hızını hesaplayın ve Tablo 1.1 'e kaydedin.

Tablo 1.1 İlk Hızı Belirlemek

Düşey uzaklık = Sayfanın kenarından itibaren yatay uzaklık =

Hesaplanan uçuş süresi = İlk hız =

Deneme Sayısı	Uzaklık
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Ortalama	
Toplam Uzaklık	

b : Belirli Bir Açı İle Fırlatılan Topun Menzilin Hesaplanması

1. Mermi fırlatıcısını 30^0 ve 60^0 arasında bir açıya ayarlayın ve bu açığı Tablo 1.2 'ye kaydedin.

2. Seçtiğiniz bu açıda topu fırlatın ve deneyin birinci kısmında bulduğunuz ilk hız ve düşey uzaklığı kullanarak yeni uçuş zamanını ve yatay uzaklığı hesaplayın. Sonucu Tablo 1.2'ye kaydedin.

3. Beyaz kağıdın ortasından geçen bir çizgiyi boydan boya çizin ve kağıdı zemine yapıştırın. Çizgi fırlatıcıdan olan yatay uzaklığı belirlemede kullanılır. Beyaz kağıdı karbon kağıdıyla örtün.

4. Topu on kez fırlatın.

5. On uzaklığı ölçün ve ortalamayı alın ve sonucu Tablo 1.2 'ye kaydedin.

Analiz

1. Top belirli bir açı ile fırlatıldığında menzilin beklenen değeriyle bulunan ortalama değeri arasındaki yüzde hatayı hesaplayın.

2. Menzilin beklenen değerini hesaplayınız. Yapılan on atıştan kaç tanesi bu menzilin içine düşmüştür?

Tablo 1.2 Tahmin Edilen Menzilin Belirlenmesi

Yatayla yaptığı açı = Sayfanın kenarından itibaren yatay uzaklık =

Hesaplanan uçuş süresi = Tahmin edilen menzil=

Deneme Sayısı	Uzaklık
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Ortalama	
Toplam Uzaklık	

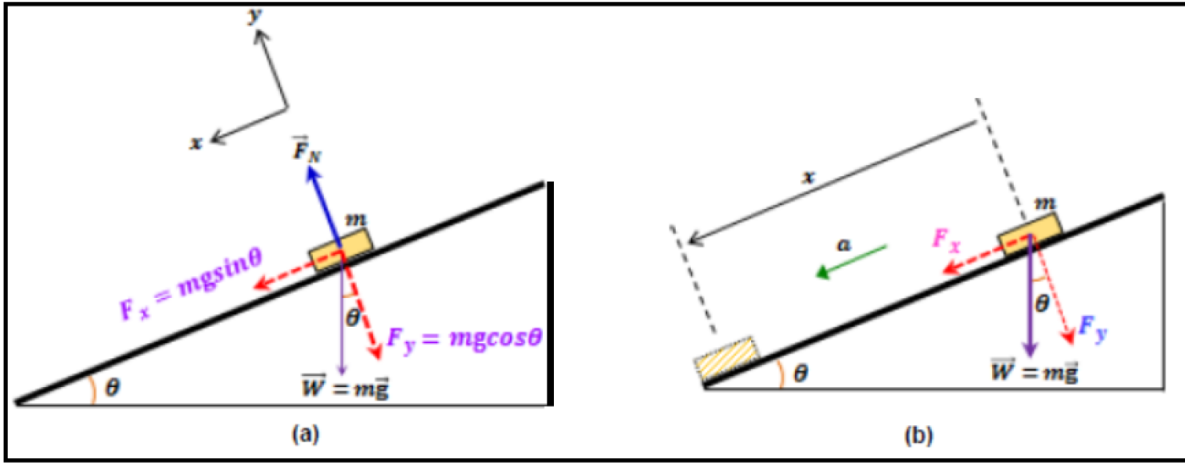
DENEY 2: EĞİK DÜZLEM

DENEYİN AMACI: Newton'un 2. yasası kullanılarak, sürtünmesiz eğik düzlemde hareket yapan bir cismin ivmesini belirlemek.

TEORİK BİLGİ

Şekil 1.a'da görülen sürtünmesiz, θ eğim açılı bir eğik düzlem üzerine m kütleli bir cisim (blok) konulmuştur. Yatayla θ açısı yapan sürtünmesiz bu eğik düzlem üzerindeki cisme etki eden kuvvetler, sadece cismin W ağırlığı ve cisme düzlemin uyguladığı F_N normal kuvvettir. Cisim üzerine bir dış kuvvet etki etmiyor ise, bu cisim kendi ağırlığının etkisi ile eğik düzlem boyunca x yönünde hareket eder.

Eğim açısı θ olan sürtünmesiz eğik düzlemde m kütleli bu cisme ağırlığından dolayı etki eden $W=mg$ kuvveti θ açısı nedeni ile iki bileşene ayrılır. Cismin ağırlık kuvveti bileşenlerine ayrılırsa, eğik düzleme paralel (hareket doğrultusunda) ve dik (hareket doğrultusuna dik) bileşenleri aşağıda verildiği şekilde olur. Yüzeye dik olan tepki kuvveti F_N de kuvvetin F_y bileşenine eşit olur.



Şekil 1. Sürtünmesiz eğik düzlem üzerinde duran m kütleli bir cisim serbest bırakıldığında bu cisim üzerine etki eden kuvvetler (a) ve m kütleli cismin sürtünmesiz eğik düzlemde hareketi (b).

Şekil 1.b'de görüldüğü gibi sürtünmesiz eğik bir düzlemde, m kütleli cismi düzlem üzerinden aşağıya doğru hareket ettiren kuvvet (yani, cismi ivmelendiren kuvvet), cismin W ağırlığının eğik düzleme paralel bileşeni olan $F_x = mg \sin \theta$ kuvvetidir. Cismin üzerine etki eden net kuvvet bu cisme kuvvet yönünde sabit bir ivme kazandırır ve cisim düzgün doğrusal bir çizgide hareket eder. Cismin ivmesinin büyüklüğü, hareket ettiği eğik düzlemin eğim açısına (θ) bağlı olup, sabit ivmeli bu harekette hız, düzgün olarak değişir. Kuvvet ile ivme aynı yönde olup, kuvvetin büyüklüğü ile ivmenin büyüklüğü doğru orantılıdır.

Şekil 1.a'da gösterilen $F_x = mg \sin \theta$ yatay kuvveti (yani, kuvvetin x -bileşenini) cismi ivmelendiren kuvvettir. Bu nedenle, yatayla θ açısı yapan sürtünmesiz bir eğik düzlem üzerinde cismin hareketinin ivmesi (a) için;

$$F_x = mg \sin \theta = ma$$

bağıntısı yazılır. Buradan, hareket eden cismin sürtünmesiz eğik düzlemdeki ivmesi (a);

$$a = g \sin \theta$$

eşitliği ile bulunur. Bu eşitlik, sabit ivmeli harekete teorik ivme değerini verecektir.

Cismin belirli bir zaman aralığında yer değiştirmesi, cismin son ve ilk konumları arasındaki fark olarak ifade edilir. Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden bir cismin t anındaki konumu (yer değiştirme) bağıntısı;

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

bağıntısı ile verilir. Eğik düzlemde cismin $t=0$ anında başlangıç konumu $x_0 = 0$ (ilk konumu sıfır) ve başlangıç hızı $v_0 = 0$ (ilk hızı sıfır) olarak alınırsa, zamana bağlı olarak cismin yer değiştirmesi (cismin konumu);

$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

olacaktır. İlk hızsız harekete başlayan bir cismin belirli bir sabit yolu (x) alması için geçen zaman (t) LabQuest-2 tarafından ölçülürse, bu denklem yardımıyla ivmenin deneysel değeri de bulunabilir.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Eğik düzlem deney düzeneği kurulur.
2. Eğik düzlemin eğim açısı ayarlanır. Cisim serbest bırakılarak LabQuest-2 tarafından okunan zaman kaydedilir.
3. Aynı durum farklı açı değerleri için de gerçekleştirilir.
4. Her bir açı değeri için tabloda verilenler doldurulur.
5. Elde edilen deneysel ivme ile teorik değer karşılaştırılarak yüzde hata hesaplanır.

Ölçülen	Ölçülen		Kuvvet Sensörü	GRAFİK	DENEYSEL
Arabanın Kütlesi	Eğim Açısı		Gerilme Kuvveti	Eğim	Yerçekimi İvmesi $Eğim = mg$
$m(kg)$	$\theta(der)$	$Sin\theta$	$T(N)$	$Eğim(kg.m/s^2)$	$g(m/s^2)$
0.5kg (500gr)					

DENEY 3: DÜZGÜN DOĞRUSAL HAREKET

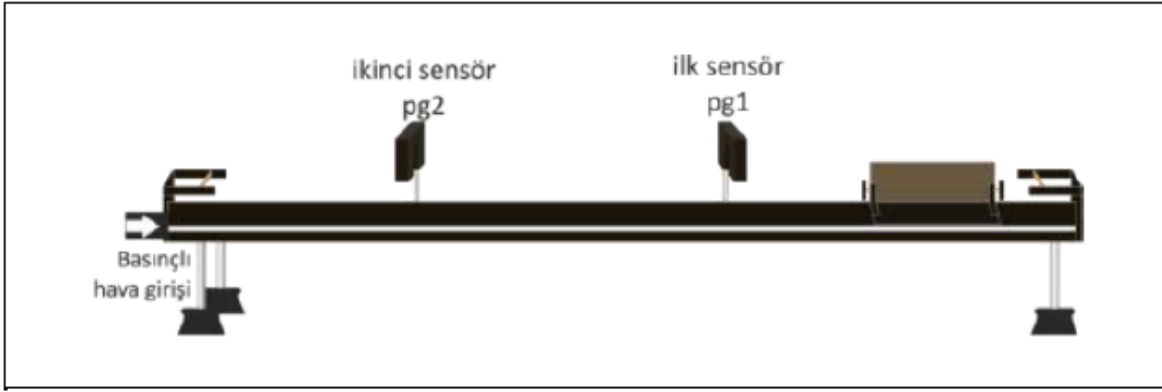
DENEYİN AMACI: Sabit hızlı düzgün doğrusal hareketin incelenerek ortalama hız değerlerinin belirlenmesi.

TEORİK BİLGİ

Sabit hızla bir doğru boyunca hareket eden bir cismin hareketine düzgün doğrusal hareket denir. Cismin hızı sabit olması nedeniyle ivme de sıfırdır. Bir cisim düzgün doğrusal bir yolda hareket ettiğinde cismin konumunu, uygun koordinat sistemi kullanarak bir koordinat aracılığıyla belirli bir referans noktasına göre tanımlarız. Cismin hareketi, bir doğru boyunca bu referans noktasına (başlangıç noktasına) göre $-x$ eksen yönünde oluyorsa yer değiştirmesi negatif, $+x$ eksen yönünde ise pozitif olacaktır. Hareket eden cisim üzerine net bir dış kuvvet etki etmiyorsa, cisim düzgün doğrusal bir yolda sabit hızla hareket eder.

Cisim, bir doğru boyunca x_1 konumundan x_2 konumuna hareket etmişse, hareket eden bu cismin ilk ve son konumu arasındaki fark (konumundaki değişim) yer değiştirme olarak tanımlanır. Yani, cismin yer değiştirmesi konumunun değişmesidir. Belirli bir zaman aralığı $\Delta t = t_2 - t_1$ boyunca cismin ortalama hızı (vort) , yer değiştirmesinin zaman aralığına bölümüne eşittir (vort = $\Delta x / \Delta t$).

DENEYİN YAPILIŞI



Şekil 1. Sabit hızlı hareket deneyi için hava rayının şeması.

1. Hava rayı düz bir zemin üzerine yerleştirildikten sonra basınçlı hava kaynağının hava rayı ile bağlantısı yapılır.
2. Basınçlı hava kaynağını açılır, hava rayının ayaklarıyla oynayarak kızıağın hareketsiz kalması sağlanır. Böylece hava rayını tam olarak yatay bir konum alması sağlanmış olur.
3. Sensörler (photogate-1 ve 2) hava rayının üzerine sabitlenir. Sensörler arası mesafe (yani, kızıağın alacağı yol) ray üzerindeki şerit metre yardımıyla ayarlanır.
- 3.1. Hareket yönüne göre 1.sensör ile hareketin başlatıldığı (hafif bir itme ile kızıağın harekete başlatıldığı) yer arasında belirli bir mesafe (20 cm'den büyük) kalacak şekilde 1.sensörün yeri sabitlenir.
- 3.2. Düzenekte 2.sensör, hareket sonunda kızıak tamamıyla sensörden çıkmış olmasını sağlayacak şekilde bir yere sabitlenir.
4. Sensörler ve arayüz arasındaki bağlantı yapılır.
5. Ara-yüz **MODE-1** konumuna alınarak sabit hızlı hareket için ölçüm verileri almaya hazır hale getirilir. Ara-yüz verileri;

t_1 : Kızıağın 1. sensörden geçme süresi,

t_2 : Kızıağın iki sensör arasındaki mesafeyi alma süresi,

t_3 : Kızıağın 2.sensörden geçme süresi.

olarak tanımlıdır.

6. Ray üzerindeki kızıağa ilk hız verilerek kızıağın sabit hızlı hareket yapması sağlanır.

6.1. Kızıağa anlık bir itme ile ilk hız vererek 1.sensöre girmesinden önce kızıağın sabit hızlı hareketli olmasına önemle dikkat edilmelidir.

6.2. Kızıak iki sensörden de geçtikten sonra ara-yüz üzerindeki veriler deney raporuna not edilir.

6.3. Kızıak iki sensörden de geçtikten sonra ara-yüz üzerindeki sonuçları, sensörler arası mesafeyi (L_s) ve kızıak boyu (L_k) gibi gerekli bilgiler not edilir.

7. Ölçüm verilerinden kızıağın hızı bulunur.

L_k = Kızıak Boyu=

L_s = Sensörler Arası Mesafe=

	t1	V1	t2	V2	t3	V3	Vort
Deneme 1							
Deneme 2							
Deneme 3							
Deneme 4							
Deneme 5							

DENEY 4: DÜZGÜN DAİRESEL HAREKET

DENEYİN AMACI: Düzgün dairesel hareket yapan bir cismin hareketinin incelenmesi ve merkezci kuvvetin bulunması.

TEORİK BİLGİ

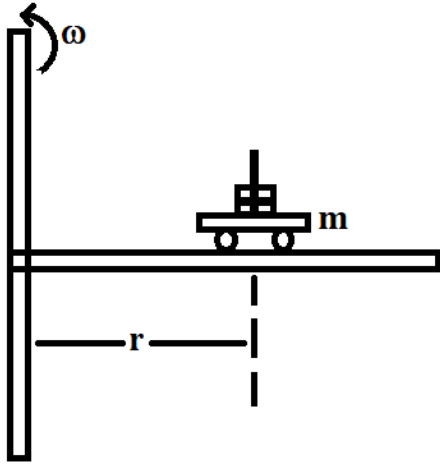
Boyutu ihmal edilecek kadar küçük olan yani noktasal olarak kabul edebileceğimiz bir taneciğin dairesel bir yol boyunca yapmış olduğu harekete dairesel hareket denir. Cisim eşit zaman aralıklarında eşit yay parçaları katediyorsa yani açısal hızın büyüklüğü sabitse hareketi düzgün dairesel harekettir. Düzgün dairesel hareket yapan bir cismin bir tam dolanımını gerçekleştirmesi için geçen süre periyot (T) olarak tanımlanır ve birimi saniyedir (s). Birim zamandaki dolanım sayısı ise frekans (f) olup birimi s⁻¹ ya da Hertz(Hz) dir. Periyot ve frekans arasında ters orantılı bir ilişki olup $T=1/f$ şeklindedir.

Dairesel harekette hız kavramı, açısal hız ve çizgisel hız olarak ikiye ayrılır. Açısal hız birim zamanda açısal yer değiştirmedeki değişim olarak tanımlanır. Genellikle $\omega = 2\pi f$ şeklinde ifade edilir. Çizgisel hız, dairesel hareket boyunca yarıçap vektörüne dik ve büyüklüğü sabittir ve $v = \omega \cdot r$ şeklinde ifade edilir.

Hızdaki değişimi veren merkezci ivme değeri, $a = v^2 / r$ şeklinde ifade edilirken Newton'un 2.yasası gereğince merkezci kuvvet $F = m \cdot a = m \cdot v^2 / r$ olur.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 1'de görüldüğü gibi, m kütleli bir arabayı, başlangıçtan r kadar uzaklıkta bir konuma yerleştirildiğini ve yatay düzlemdeki dairesel yörüngede sabit hızla döndürüldüğünü varsayalım. Arabanın eylemsizliği, hareketin doğrusal bir yol boyunca kalmasını sağlamak eğilimindedir.



Şekil 1. Dairesel hareket deney düzeneği

1. Yolun üzerine arabayı hareketsiz durumda yerleştiriniz.
2. Arabanın kütleini tabloya kaydedin.
3. r uzaklığını ölçerek önce çizgisel ve açısal hızı hesaplayarak tabloya kaydedin.
4. Daha sonra merkezci ivmeyi bularak buradan merkezci kuvvet değerlerini tabloya kaydedin.
5. Aynı adımları arabanın kütleini ve frekans değerlerini değiştirerek tekrarlayın.

Arabanın Kütle	Frekans	r uzaklığı	Açısal hız	Çizgisel hız	Merkezci ivme	Merkezci kuvvet

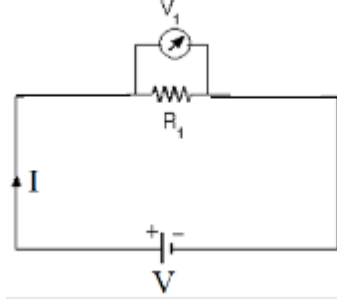
DENEY 5: OHM KANUNU

DENEYİN AMACI: Ohm Kanununun doğrulanması, Dirençlerin seri ve paralel bağlanması,

TEORİK BİLGİ:

Dirençlerin Seri Bağlanması

Eğer dirençler devreye sırasıyla uç uca bağlanırsa (uç uca eklenirse) buna seri bağlama denir. Elektrik devresinden akımın akması için direnç uçlarına bir gerilim kaynağının bağlanması gerekir. Seri bağlı tüm dirençler üzerinden aynı akım geçer. Fakat devrede her bir direnç üzerindeki gerilim, direncin değerine bağlı olarak değişir. Direnç arttıkça doğru orantılı olarak direncin üzerinde meydana gelen gerilim de artar.



Şekil 1. Devrede dirençlerin seri olarak yerleştirilmesi.

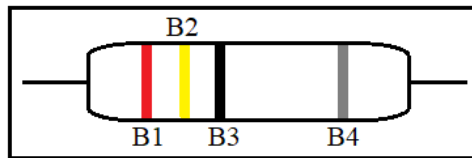
Dirençlerin Renk Kodları

Sabit dirençlerin değeri, üzerinde bulunan renk bantları yardımı ile bulunur. Renk bantları ve renklerin sayı karşılıkları Tablo 1’de verilmiştir.

RENK	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
Siyah	0	$10^0 = 1$	-
Kahverengi	1	$10^1 = 10$	%1
Kırmızı	2	$10^2 = 100$	%2
Turuncu	3	$10^3 = 1.000$	-
Sarı	4	$10^4 = 10.000$	-
Yeşil	5	$10^5 = 100.000$	%0,5
Mavi	6	$10^6 = 1.000.000$	%0,25
Mor	7	$10^7 = 10.000.000$	%0,1
Gri	8	$10^8 = 100.000.000$	-
Beyaz	9	$10^9 = 1.000.000.000$	-
Altın	-	0,1	%5
Gümüş	-	0,01	%10

Tablo 1. Direnç renk kodları

Şekil 2’te görüldüğü gibi dirençlerin üzerinde dört tane renk bandı bulunur. Bu bantların soldan üç tanesi direncin değerini Ω (ohm) cinsinden verirken en sağdaki renk bandı ise direncin toleransını gösterir. Toleransın olması, direnç değerinin, ısı gibi çevre koşullarına göre artabileceği veya azalabileceğini işaret eder. Eğer 4.bant altın rengi ise tolerans %5, gümüş rengi ise %10 dur. Ancak 4.bant yoksa toleransın % 20 olduğu anlaşılmalıdır.



Şekil 2. Dirençteki renk bantları

Renklerine göre direnç okunurken kullanılan formül

$$R = B1B2 \times B3$$

şeklindedir. Tolerans değeri ise

$$\Delta R(\pm) = R \times B4$$

bağıntısıyla verilir.

Örneğin Şekil 3’de verilen direncin değerini hesaplayalım. Bu direnç üzerindeki renklere

karşılık gelen sayılar okunarak direncin değeri ve toleransı aşağıda verildiği şekilde hesaplanır;

B1: Kırmızı – 2

B2: Sarı – 4

B3: Siyah – 0

B4: Gümüş (%10)

$$R = B1B2 \times B3 = 24 \times 100 = 24 \, \Omega$$

$$\Delta R(\pm) = R \times B4 = 24 \times \%10 = 2,4 \, \Omega$$

$R = 24 \, \Omega \pm 2,4 \, \Omega$ olarak bulunur.

Bilgi : Bir iletkenin iki ucu arasındaki gerilim (potansiyel farkı) V ve içinden geçen akımın şiddeti I ise , bu iletkenin direnci (iletkenin içinden geçen akıma karşı gösterdiği zorluk)

$$R = \frac{V}{I} \quad \frac{Volt}{Amper} (= \Omega)$$

olur. Bu ifadeye " Ohm Yasası " denir.

Elektrik devresinin iki noktası ya da bir iletkenin iki ucu arasındaki gerilim Voltmetre ile ölçülür.

Voltmetre , gerilimi ölçülecek iki nokta arasına paralel olarak bağlanır. Gerilimin birimi Volt (V) ' tur.

İletkenden geçen akımın şiddeti Ampermetre ile ölçülür. Ampermetre deney sistemine seri olarak bağlanır.

Akım şiddeti birimi Amper (A) ' dir.

Deneyin Yapılışı:

1. Size verilen dirençlerden bir tanesini seçin. Bu deney föyünün sonunda verilen renklere göre (bir iletkenin direncini belirleme tablosundan) seçtiğiniz bu direncin değerini hesaplayın ve Tablo 1' e kaydedin.

2. **Akımın ölçülmesi :** Şekil 1de gösterilen seri devreyi pano üzerinde kurunuz.

3. Avometre'yi 200 mA'de akım ölçer durumuna ayarlayın. Direnç üzerinden geçen akımı ölçün ve Tablo 1.1'e kaydediniz.

4. Direnci değiştirin ve bir başka direnç alın. Direnç değerini Tablo 1'e kaydediniz. 2 ve 3 nolu basamaklardaki gibi akımı ölçün ve kaydedin. Bu işlemi size verilen tüm dirençlere uygulayınız.

5. **Gerilimin Ölçülmesi:** Şekil 1.1b'de gösterilen devreyi pano üzerinde kurunuz. Avometreyi 2 V DC kademesine ayarlayın ve şekildeki gibi direncin uçlarına bağlayın. Direncin uçları arasındaki gerilimi ölçün ve Tablo 1'e kaydediniz.

6. Direnci değiştirin ve bir başka direnç alın. 5 nolu basamaktaki işlemleri elinizde bulunana tüm dirençler için uygulayınız.

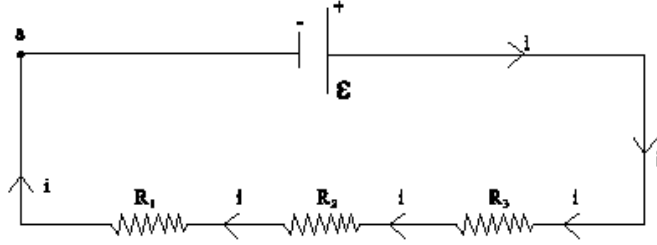
Direnç (Ω)	Akım (A)	Gerilim (V)	Gerilim/Direnç

Tablo 1: Veri tablosu

DENEY 6: KAPALI DEVREDE AKIMLAR

DENEYİN AMACI: Kapalı elektrik devrelerindeki akım değerlerinin bulunması ve teorik sonuçlarla karşılaştırılması.

TEORİK BİLGİ : Kapalı bir elektrik devresinin herhangi bir noktasından başlayarak yapılan, bir dönem boyunca hesaplanan tüm potansiyel değişimlerinin cebirsel toplam sıfırdır. Bu bilgiden hareketle Şekil 1 'deki devrede dolanan akımı hesaplayalım.



Şekil 1 : Tek halkalı kapalı elektrik devresi

Potansiyeli V_a olan a noktasından başlayarak saat ibreleri yönünde hareket ettiğimizi düşünelim. Dirençler üzerinden geçerken sıra ile $-iR_3$, $-iR_2$ ve $-iR_1$ potansiyel düşmeleri gözlenecektir. Burada i devrede dolanan akımı ifade etmektedir. ε ise bir güç kaynağının (pil, batarya vs) ürettiği elektromotor kuvvetidir. Bu ve benzeri güç kaynakları bağlandıkları iki nokta arasında potansiyel farkı oluştururlar.

Bir elektrik devresinden geçen akımı bulmak için kullandığımız yol enerjinin konumunu ilkesine ve potansiyel kavramına dayanır. Yukarıda da ifade ettiğimiz kapalı bir devre boyunca potansiyel farklarının cebirsel toplamının sıfır olması koşulunu Şekil 1 için uygulayalım.

$$\varepsilon - iR_3 - iR_2 - iR_1 = 0 \quad i = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{\varepsilon}{R_{eş}}$$

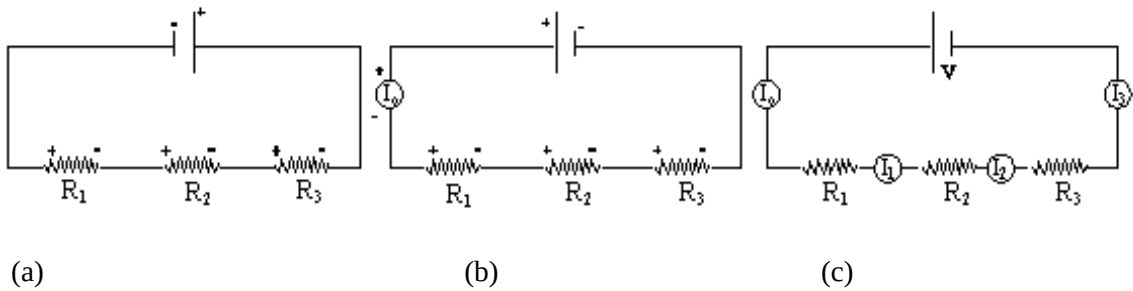
Deneyin Yapılışı :

A) Seri bağlı devreler

1. Şekil 2a da gösterilen seri devreyi kurunuz. Bu üç direnci iki kablo ile (DC) güç kaynağına bağlayınız. Üreticinin (+) kutubuna bağlanmasını kırmızı kablo ile (-) kutbuna bağlanmasını siyah kablo ile sağlayınız. Devreyi kurduktan sonra direnç değerlerini okuyup Tablo 1 'de yerine yazınız.

2. Akımı ölçebilmek için ampermetreyi 200 mA'ı gösteren skalaya getiriniz.

3. Ampermetreyi; üreticinin (+) ucu ile R_1 direncinin (+) ucu arasında seri olacak şekilde bağlayınız (Şekil 2 (b) de gösterildiği gibi). Ampermetreden okunan I_0 akım değerini tabloya işleyiniz. Sonra da Şekil 2 (c) de gösterilen diğer akım ve gerilimleri okuyarak Tablo 1 'e kaydediniz. Ancak gerilimleri ölçerken voltmetrorenin dirençlere paralel bağlanması gerektiğini unutmayınız.



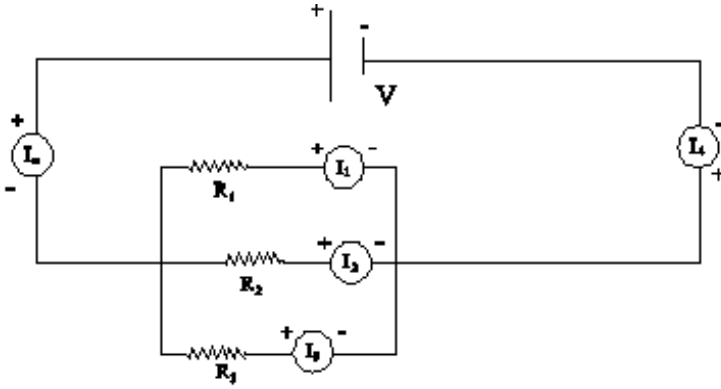
Şekil 2 : Seri bağlı kapalı devre sistemleri

$R_1 = \dots\dots\dots$	$I_0 = \dots\dots\dots$	$V_1 = \dots\dots\dots$
$R_2 = \dots\dots\dots$	$I_1 = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$
$R_3 = \dots\dots\dots$	$I_2 = \dots\dots\dots$	$V_3 = \dots\dots\dots$
$R_{12} = \dots\dots\dots$	$I_3 = \dots\dots\dots$	$V_{12} = \dots\dots\dots$
$R_{23} = \dots\dots\dots$		$V_{23} = \dots\dots\dots$
$R_{123} = \dots\dots\dots$		$V_{123} = \dots\dots\dots$

Tablo 1 : Veri Tablosu

B) Paralel Bağlı Devreler

Üç direnci de kullanarak Şekil 3 deki paralel devreyi kurunuz. Ampermetreyi bağlamak için seri bağlı devredeki koşulları gözden geçiriniz. I_0 'ı ölçmek için ampermetreyi paralel devre ile pilin (+) ucu arasına seri olarak bağlayınız. Deneyin birinci kısmına benzer şekilde ölçümleri Tablo 2 ye kaydediniz.



Şekil 3 : Paralel bağlı kapalı devre sistemi

$R_1 = \dots\dots\dots$	$I_0 = \dots\dots\dots$	$V_1 = \dots\dots\dots$
$R_2 = \dots\dots\dots$	$I_1 = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$
$R_3 = \dots\dots\dots$	$I_2 = \dots\dots\dots$	$V_3 = \dots\dots\dots$
$R_{123} = \dots\dots\dots$	$I_3 = \dots\dots\dots$	$V_{123} = \dots\dots\dots$
	$I_4 = \dots\dots\dots$	

Tablo 2 : Veri Tablosu

- 1.) Yukarıdaki seri ve paralel devrelere ait değerleri teorik olarak hesaplayınız.
- 2.) Bulmuş olduğunuz teorik ve deneysel sonuçları karşılaştırınız.

DENEY 7: KAPASİTÖRLER

DENEYİN AMACI: Seri RC devrelerinde boş bir kapasitörün dolma (şarj) ve boşalma (deşarj) olaylarının incelenmesi, Kapasitör şarj vedeşarj olurken devreden geçen akımların zamanın bir fonksiyonu olarak akım-zaman (I-t) grafiğinin oluşturulması, Zaman sabiti (time constant) kavramının öğrenilmesi ve değerin deneysel olarak belirlenmesi,

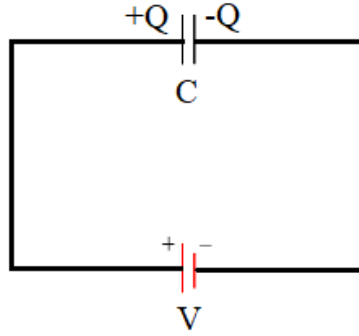
TEORİK BİLGİ

Kapasitörün Dolması (Şarj) ve Boşalması (Deşarj)

Kapasitörler, üzerinde elektrik yükü biriktirerek elektrik enerjisini depolayan devre elemanlarıdır. Kapasitörler iki iletken levha (plaka) arasına konulmuş bir yalıtkan (dielektrik) malzemeden oluşur. Kapasitör şarj edildiğinde iletken levhalardan biri pozitif diğeri ise negatif olarak yüklenir ve dolayısıyla bu iletken levhalar eşit fakat zıt yüklere sahip olurlar. Plakalarda toplanan zıt yükler nedeniyle kapasitörün iki ucu arasında bir potansiyel farkı oluşur. Bu olaya kapasitörün şarjı denir. Kapasitörün şarj olayında, bu pozitif Q yükünün, kapasitörün iki ucu arasında meydana gelen V potansiyel farkına oranı bize kapasitörün kapasitansını (C) verir. Kapasitörün uçlarına uygulanan gerilim (potansiyel fark), depo ettiği elektrik yükü ve kondansatörün kapasitesi arasında;

$$Q=C.V$$

bağıntısı vardır. Burada Q kapasitörün depo ettiği elektrik yükünü, C kapasitörün kapasitansını ve V ise kapasitörün plakaları arasındaki gerilimi gösterir.

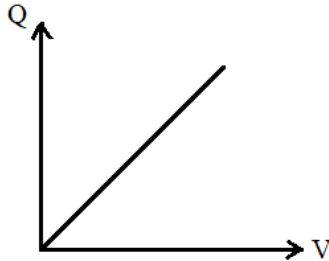


Şekil 1. Paralel plakalı bir kapasitörün V gerilimi altındaki Q yükü

Şekil 1’de gösterildiği gibi V gerilimi altında paralel plakalı kapasitörün plakalarından biri +Q, diğeri ise -Q yükü ile yüklenecektir. Kapasitör uçlarına uygulanan gerilim arttıkça, bu kondansatörün depo ettiği elektrik yükü (Q) de artacaktır. Yükün potansiyel farka oranı kondansatörün kapasitansına (C) eşittir;

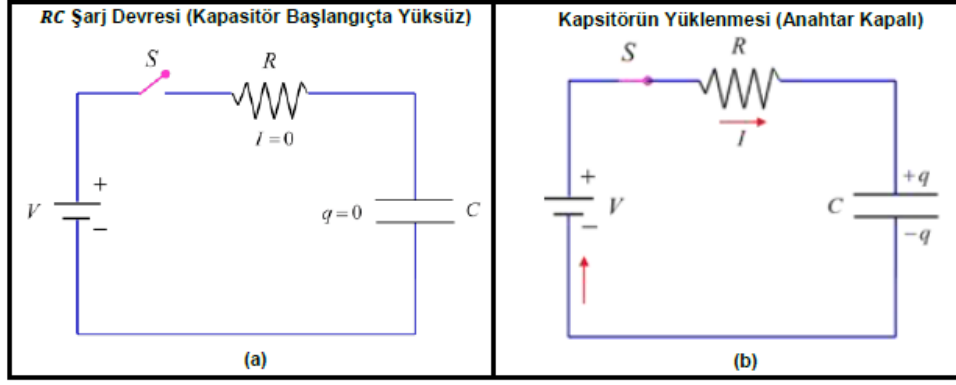
$$C=Q/V$$

Bir kapasitörün kapasitansı (C), plakalardan (iletkenlerden) herhangi biri üzerindeki yükün büyüklüğünün (Q), bu iletkenler arasındaki potansiyel farkının (V) büyüklüğüne oranı olarak verilir ve her zaman pozitifdir. Plakalara uygulanan V gerilimini değiştirdiğimizde Q yük miktarı da değişeceğinden, Q/V oranı da değişmeyecektir. Yani C kapasitans değeri Şekil 2’de görüldüğü gibi sabit kalacaktır.



Şekil 2. Uygulanan farklı gerilimlere göre yükün değişim grafiği

Kapasitans birimi Farad’tır. 1 Farad, birim volta düşen yük miktarıdır (1C/V).



Şekil 3. (a) Başlangıçta boş olan bir kapasitörün şarj devresini gösteren devresi ve (b) kapasitörün yüklenmesi.

Şekil 3.(a)'da verilen şarj devresinde (RC devresinde) kapasitör başlangıçta yüksüz (boş) ve anahtar açık konumdadır. RC devresi; DC güç kaynağı, bir direnç, bir kondansatör ile bir anahtardan oluşur. Anahtarın açık olduğu durumda devreden akım geçmeyeceğinden kondansatör üzerinde herhangi bir voltaj olmayacaktır. Eğer, Şekil 3.(b)'de görüldüğü gibi "S" düğmesi (anahtarı) kapalı konuma getirilirse, kapasitör ilk anda ($t=0$ anında) kısa devre gibi davranır ve devreden geçen akım (I) maksimum olur. Anahtarın kapanmasını takip eden belli bir zaman sonra, kapasitör uçları arasında potansiyel fark oluşur. Devrede R direncinin değerine göre devreden geçen şarj akımı, kapasitörü şarj etmeye başlar. Kapasitörün üst ucu (+) alt ucu da (-) olarak yüklenir. Şarj olayı kapasitör uçlarındaki gerilim, kaynak gerilimine eşit olana dek devam eder. Kapasitör kaynak gerilimine şarj olunca devreden hiç akım geçmez. Kapasitörün şarjı için gereken bu zaman, kondansatörün kapasitif değerine bağlıdır. Kapasitörlerin yapısıyla ilgili olarak bazı kapasitörler (+) ve (-) uçlara sahiptir. Yani kutupludur. Bu nedenle bu kapasitörler yalnızca DC ile çalışan devrelerde kullanılır. Kutupsuz kapasitörler ise DC ve AC ile çalışabilirler. Kapasitörlerin (kondansatörlerin) kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken durumlardan birisi kapasitörün maksimum çalışma gerilimi (voltajı), diğeri ise kapasitesidir. Bazı kapasitörlerin maksimum çalışma voltajı DC cinsinden, bazılarının ise AC cinsinden verilir. Buna göre kullanım yerine göre uygulamalarda kaç voltluk kapasitör kullanılacak ise o değerli kapasitör kapasitesi ve voltaj değeri seçilmelidir.

Kapasitörün Dolması (Şarj)

Seri bir RC devresine gerilim uygulandığı devreden akım geçmeye başlayacaktır. Bu akımın geçmesi, kapasitör uçlarındaki gerilim değeri uygulanan kaynak gerilim değerine eşit oluncaya kadar devam edecektir. Devrede anahtar kapatıldığı anda maksimum akım güç kaynağından çekilecek ve daha sonra kapasitörün gerilimi arttıkça akım azalacaktır. Kapasitör uçlarındaki gerilim ise sıfırdan başlayarak kapasitör uçlarına bağlanan kaynak geriliminin değerine kadar yükselecektir. Böylece, bu kaynak gerilimi değerinde kapasitör şarj olacaktır. Şekil 3.(a)'da verilen bir seri RC devresinde, anahtar kapatıldığı anda kapasitör üzerinden geçen akımın $t=0$ anından başlayarak $t=\infty$ anına kadarki değişimini analiz edebiliriz. İlk olarak, "S" düğmesi açık konumdadır ve devrede hiç akım geçmez. Eğer, $t=0$ anında "S" düğmesini kapatırsak devrede akım (I) dolaşmaya başlar ve zamanla Q yükü kapasitöre dolar (Şekil 3(b)).

Verilen devrede "S" düğmesini kapattıktan sonra herhangi bir t zamanında, aşağıdaki bağıntı yazılır;

$$V_C(t) + V_R(t) = V$$

Burada

$$V_C(t) = Q(t) / C$$

$$V_R(t) = I(t) \cdot R$$

şeklinde verilir.

Direnç, kapasitöre seri bağlı olduğundan kapasitör üzerinden geçen akım aynı zamanda direnç üzerinden geçeceğinden $t=0$ anında direnç uçlarındaki gerilim V_R maksimum olacaktır. Burada dikkat edilirse akım azaldıkça ve sıfır değerine geldiğinde direnç uçlarında herhangi bir gerilim olmayacaktır. Direnç uçlarındaki gerilim $V = Q(t) / C + I(t) \cdot R$

şeklinde yazılır. Bu denklemin çözümünden

$$I(t) = (V/R) - [Q(t) / RC]$$

bulunur. Devreden geçen akım (kapasitörden geçen akım) aynı zamanda aşağıdaki bağıntı tarafından verilir;

$$I(t) = dQ(t) / dt$$

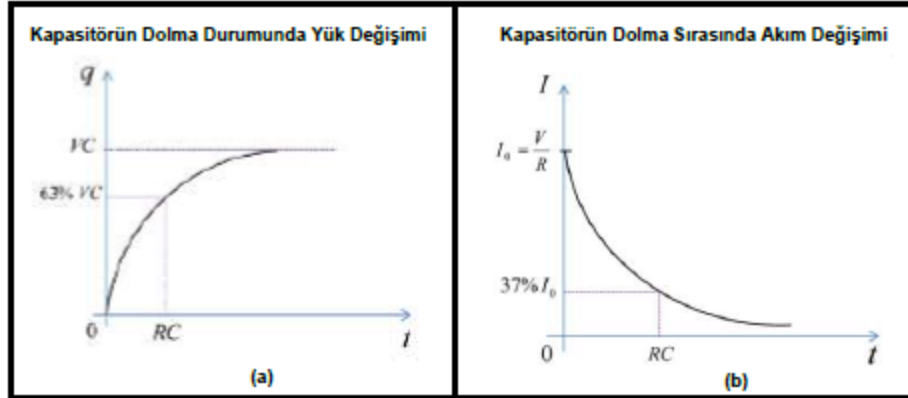
Bu denklem yerine yazılırsa;

$$Q(t) = V.C (1 - e^{-t/RC})$$

bağıntısı yazılır. Kapasitör (kondansatör) üzerindeki maksimum (final) yük değeri $Q_f = V.C$ olması nedeniyle;

$$Q(t) = Q_f (1 - e^{-t/RC})$$

bulunur.



Şekil 4. (a) Bir seri RC devresinde kapasitörün dolma sırasında zamana bağlı yük değişimi ve (b) R direncine seri bağlı kapasitörün şarj olurken üzerinden geçen akımın zamana göre değişimi.

Düğme kapatıldığı zaman akım azalırken kapasitördeki yük miktarı artar. Kapasitörde toplanan Q yükünün zamana bağlı değişimi Şekil 4.(a)'da gösterilmiştir. Bu eğriye kapasitörün yükleme (şarj) eğrisi denir. Diğer taraftan, kapasitörün yüklenmesi sırasında devreden geçen I akımının zamana göre değişimi ise Şekil 4.(b)'de verildiği gibidir. Devreden geçen akımı, zamana bağlı bir fonksiyon olarak aşağıdaki şekilde bulabiliriz;

$$I(t) = dQ(t) / dt = I_0 \cdot e^{-t/RC} \text{ (Kapasitörün yüklenmesi)}$$

veya

$$I(t) = (V/R) \cdot e^{-t/RC} \text{ (Devre akımı)}$$

Akım değişimini veren denklemde, I_0 ; $t=0$ anında (anahtarın kapatıldığı anda) direnç üzerinden geçen akımın ilk değeri (initial current) olarak verilir;

$$I_0 = V / R$$

Bu nedenle devreden geçen akım, devrede R direnci uçların arasındaki potansiyel farkın maksimum olduğu ilk anda yani anahtarın kapatıldığı anında, en büyük değerini alacak ve kapasitörün dolmasıyla (artan kapasitör gerilimiyle) üstel olarak azalarak sıfıra doğru azalacaktır. RC devresindeki akım, ilk ($t=0$) değerinin " $1/e$ " değerine (yaklaşık 0,368) azalacaktır. Diğer bir ifadeyle, akımın ilk değerinin %37'si olan değere düşecektir. Böylece, boş bir kondansatörü şarj ederken akımın zamana bağlı grafiğini çizerek devrenin zaman sabitini (τ) deneysel olarak bulabiliriz (Şekil 4.(b)). Bu esnada ise kapasitörde yük miktarı " $1 - 1/e = 0,632$ " değerine ulaşacaktır (Şekil 4.(a)). Bir seri RC devresinde her kapasitör aynı zamanda şarj olmaz. Şarj zamanı, üzerinden geçen akım ve kapasitörün kapasitesine bağlı olarak değişir. Devrede, $t=0$ anında kapasitörün üzerinden geçen akım maksimum olurken, daha sonra kapasitör şarj oldukça bu akım sıfıra doğru inecektir. Kapasitörün şarj ve deşarj süresi direnç değerine (R) ve kapasitörün kapasitesine (C) bağlıdır. Bu geçen süreye RC zaman sabiti denir. Bağntı olarak;

$$\tau = RC \text{ (Teorik Değer)}$$

şeklinde gösterilir. $\tau = RC$ değerine eşit bir zaman sonra devreden geçen akım;

$$I = 0,37 \cdot (V / R) = 0,37 \cdot I_0$$

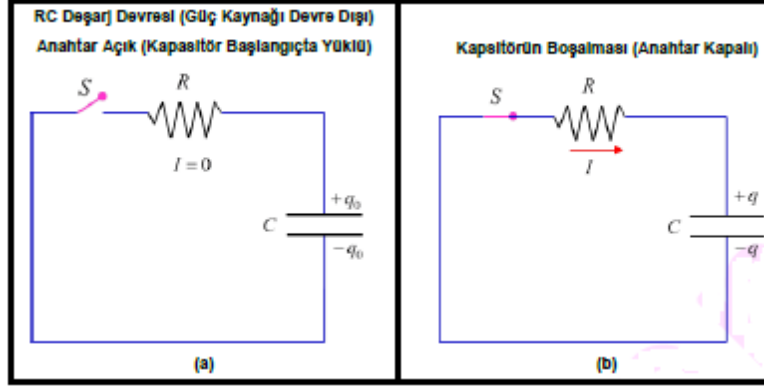
bulunacaktır. Zaman sabiti τ , RC devresindeki akımın ilk değerinin 0,37 değerine düşmesi için gereken zamandır (Şekil 4.(b)). Kapasitörün dolması (şarj) durumunda $t=RC$ zamanında kapasitör üzerindeki yük miktarı Q ise;

$$Q = 0,63V.C$$

olarak bulunur.

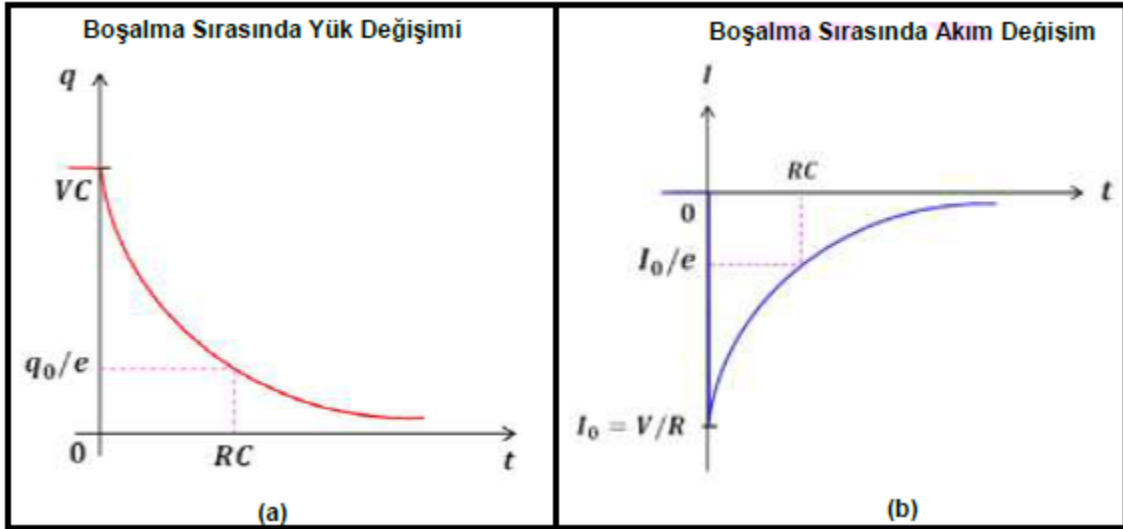
2.4 Kapasitörün Boşalması (Deşarj Olması)

Şekil 5.(a)'da gösterilen RC devresi, başlangıçta şarj olmuş bir kapasitörün deşarj olma devresini vermektedir. Anahtar konumu açık ve gerilim kaynağı devreden çıkarılmış bir RC devresinde başlangıçta yüklü bir kapasitör kullanılır. Şekil 5.(b)'de görüldüğü gibi RC devresinde kaynak gerilimi değerinde şarj olan bir kapasitörün yükü, gerilim kaynağı çıkarıldıktan sonra "S" anahtarı kapatılırsa, direnç üzerinden harcanır (boşalarak sıfıra ulaşır). "S" anahtarı kapatıldığı anda devrenin akım kaynağı şarj olmuş kapasitör olacak ve akımı devreden geçmeye başlayacaktır.



Şekil 5. (a) Başlangıçta yüklü olan kapasitörün deşarj olma devresi ve (b) kapasitörün deşarjı.

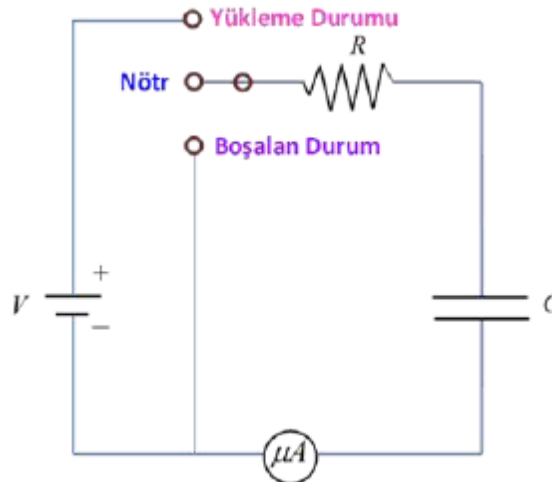
Devrede “S” anahtarı kapatıldığında I akımı akmaya başlar. Başlangıçtaki Q yükünün zamana bağlı değişimi Şekil 6.(a)’da verildiği gibidir. Bu eğri kapasitörün boşalma (deşarj) eğrisi olarak ifade edilir. Akımın zamana bağlı değişimi ise Şekil 6.(b)’deki gibidir. Bu grafik, kapasitörün deşarj durumundaki I akımının, yüklenme durumundaki akıma göre ters yönde olduğunu göstermektedir. Devrede, $t=0$ anında akım maksimum değerden sıfıra doğru azalır. Devreden geçen bu akım, deşarj akımı olarak ifade edilir. Deşarj akımı, kapasitörün her iki plakası da nötr olana kadar devam eder. Bu olayın sonunda kapasitör uçları arasındaki gerilim sıfıra iner ve dolayısıyla kapasitör boşalmış olur. Yani, deşarj olayında kapasitör uçlarındaki gerilim maksimumdan sıfıra doğru azalır.



Şekil 6. (a) Direnci R olan bir devrede kapasitörün deşarj olması durumunda zamana göre yük ve (b) zamana göre akım değişimleri.

Deney Metodu ve Deneyin Yapılışı

Boş Bir Kapasitörün Şarj Olması

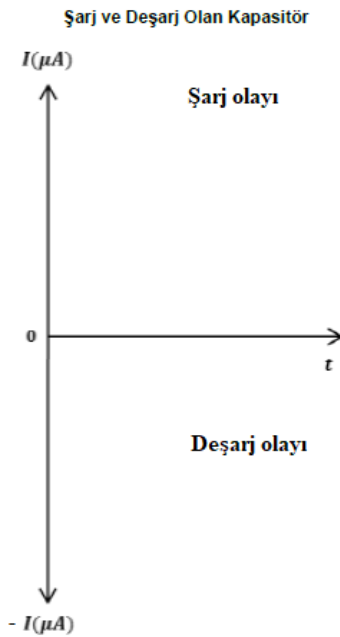


Şekil 7. Kapasitörün şarj ve deşarj devresini gösteren RC devresi. Bir kapasitörün uçlarına bir gerilim uygulanmadığı durumda bu kapasitör nötr durumdadır.

1. Şekil 7’de verilen elektrik devresi, kapasitörün (kondansatör) dolması ve boşalması sırasındaki akım değişiminin analizi için kullanılacaktır. Devrede direnç $R=33\text{ k}\Omega$ ve kapasitans $C=1000\text{ }\mu\text{F}$ olarak alınmıştır. Kapasitöre (C) seri bir direnç (R) bağlanır ve bu elemanlara bir gerilim uygulanırsa, gerilimin uygulandığı anda devreden bir süre akım geçecektir. Bu akım geçişi, kapasitör uçlarındaki gerilim değeri kaynak gerilim değerine (V) eşit oluncaya kadar devam edecektir.
2. Devrede kullanılan kapasitör (+) ve (-) uçlara sahiptir. Yani kapasitör kutup noktalarına (pozitif ve negatif uçlara) sahiptir. Bu nedenle bu kapasitör sadece DC ile çalışan devrelerde kullanılır.
3. Deneyin bu bölümünde iki yönlü anahtar kullanarak şarj vedeşarj olayı oluşturulacaktır
4. Anahtar nötr durumda tutularak güç kaynağı açılır.
5. Devre panelinde kapasitörün iki bağlantı uçları bir tel parçasıyla birleştirilerek, bu iki nokta arasında kısa devre oluşturulur. Bu işlem, devreden kapasitörü eleyecektir.
6. Çıkış gerilimi 5 Volt olarak ayarlanır. Bu çıkış gerilimi (V) ölçülür ve not edilir.
7. Kapasitörün iki ucu kısa devre durumunda; anahtar, Şekil 7’deki yükleme (charging) durumuna getirilir ve devreden geçen maksimum $I=I_0$ akımı ölçülür. Tablo 1’e kaydedilir.
8. Şimdi anahtar nötr (0) konumuna getirilir ve kapasitör uçlarına (kutuplarına) bağlı tel kaldırılır.
9. Kronometre sıfırlanır. Anahtar şarj etme konumuna (yükleme konumuna) getirilerek aynı anda kronometre başlatılır.
10. $t=0$ anında devredeki I_0 akımı (maksimum akım) ölçülür ve not edilir. Bu, kısa devre durumunda ölçülen akımdır.
11. Akımın azalmaya başlamasıyla, her 5 ya da 10 saniyede bir eş zaman aralıklarında akım ölçülür ve not edilir. Devrede akım değeri 1 ya da 2 mikroamper olana kadar akım ölçümü devam edilir. Ölçülen değerler Tablo 2’ye kaydedilir.
12. Şarj olayı, kapasitör uçlarındaki gerilim uygulanan kaynak gerilimi değerine eşit olana kadar devam eder (kapasitörü gerilim kaynağından çıkardığınız anda kondansatör uçları, uyguladığınız gerilim değerini gösterir).

Kapasitörün Deşarj Olması

1. Kapasitörün doldurma işlemi bitince devre anahtarı nötr (0) konumuna getirilir ve kronometreyi durdurup sıfırlanır.
2. Fazla beklemeden, anahtardeşarj (discharging) konumuna getirilir ve aynı anda kronometre başlatılır.
3. $t=0$ anında akım ölçülür ve not edilir.
4. Akımın (deşarj akımı) düşmeye başlamasıyla yukarıda anlatılan işlemler tekrar edilir ve veriler Tablo 3’e kaydedilir.
5. Kapasitöründeşarjı, kapasitör uçları arasındaki gerilim sıfıra düşene kadar devam eder. Diğer bir ifadeyle, kapasitör uçları arasındaki gerilim (V_c) sıfıra iner ve böylece kapasitör boşalmış olur.



Şekil 10. Şarj vedeşarj akımları için grafiğinin aynı grafik üzerinde zaman eksenleri ortak seçilerek çizimi.

6. Şimdi boş bir kondansatörü şarj vedeşarj ederken akımın zamana bağlı grafiği çizilir.
7. Kapasitörün dolma (şarj) ve boşalma (deşarj) sırasında devredeki akımlar için Tablo 2 ve Tablo 3’deki verileri kullanarak; I-t grafiği çizilir.

8. Şarj ve deşarj akımının zamanla nasıl değiştiği aynı grafik üzerinde ortak t-zaman eksenini seçilerek çizilir (Şekil 10).
9. Deşarj olayında deşarj akımının işareti, şarj akım yönüne göre ters olması nedeniyle negatif alınabilir.
10. Şarj ve deşarj akımına ait bu iki eğri (grafik) üzerinde, akımın ilk değerinin %37'si olan değere düştüğü t zamanı, bu devrenin zaman sabitini (τ) verecektir.
11. Doldurma ve boşaltma grafikleri üzerinde bu t zamanı belirlenir ve bu zamana karşılık gelen akım değeri, doldurma grafiği üzerinde gösterilir.
12. Bulunan değer, zaman sabitinin deneysel değeri olarak not edilir.
13. Kondansatör şarj ve deşarj zamanı, direnç ve kondansatörün kapasitesine bağlıdır. Bu geçen süreye RC zaman sabiti denir. Bağlantı olarak;
 $\tau = RC$ eşitliğini kullanarak zaman sabitinin teorik değeri hesaplanır.
14. Grafikten bulduğunuz değerle, teorik zaman sabitini karşılaştırılır ve hata hesabı yapılır.
15. Hesaplamalarda, RC zaman sabitinin biriminin saniye olduğuna dikkat edilir.
16. Tablo 4, τ değerleriyle doldurulur.
17. Kapasitörün tamamen yüklenme zamanı için ölçülen t değeri kullanılarak, kapasitör üstünde biriken yük Q hesaplanır ve Tablo 5'e not edilir.
18. Bu hesaplama için; Tablo 2'deki deneysel ölçülen verilerinden son t-zamanı kullanılır.
19. $Q = C.V$ eşitliğinden bulunan değerlerle (beklenen) bu hesaplanan (deneysel) değer karşılaştırılır ve hata hesabı yapılır.

Yüklenen ve Boşalan (Deşarj Olan) Kapasitör

1. Devrede kapasitörün iki bağlantı uçlarını bir tel parçasıyla birleştirilerek bu iki nokta arasında kısa devre oluşturulduğunda;
 - 1.1. Devreden geçen maksimum akım ($I=I_0$) ölçülür ve aşağıda verilen Tablo 1'e not edilir.
 - 1.2. Güç kaynağı uçlarındaki $V=5V$ gerilimi ölçülür.

Ölçülen	Ölçülen	Hesaplanan
Kaynak Gerilimi	Maksimum Akım	Maksimum Akım
V	I	$I=V/R$
5V		

Tablo 1. Kısa devredeki akım

2. Şarj boyunca ve ölçümleri Tablo 2'ye not edilir.

t (saniye)	Ölçülen akım	t (saniye)	Ölçülen akım

Tablo 3. Kapasitör deşarj olurken ölçülen veriler.

4. Deneysel ve teorik olarak bulunan zaman sabitleri Tablo 4'e yazılır.

Karşılaştırma	Zaman sabiti, τ (sn)
Şarj Eğrisi	
Deşarj Eğrisi	
Teorik Değer	

Tablo 4. I-t grafiklerinden bulunan devrenin zaman sabiti değerleri

5. Şarj olayı kapasitör uçlarındaki gerilim, kaynak gerilimine eşitlenene kadar devam eder.

Şarj (yükleme) bittiği zaman, kapasitör üstündeki Q yükü deneysel olarak bulunur ve not edilir. Tablo 5’deki veriler kullanılarak bu değer $Q=V.C$ ile karşılaştırınız.

Deneyssel	Teorik	Fark
Yük, q	$q = VC$	$\Delta q(\pm\%)$
.....		

Tablo 5. Şarj sonrası kapasitör üzerindeki elektrik yükü.

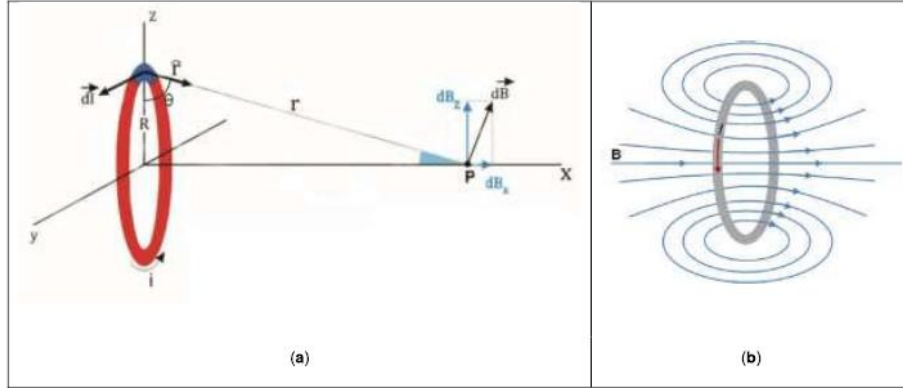
DENEY 8: BIOT-SAVART YASASI

DENEYİN AMACI: Akım uygulanan dairesel iletken bir telin manyetik alanı ölçülerek Biot-Savart kanunu deneysel olarak incelenecek, Bir bobinde meydana gelen manyetik alan büyüklükleri analiz edilecektir.

TEORİK BİLGİ

8.1 Biot-Savart Yasası

Üzerinden akım geçen dairesel iletken bir telin akım uzunluk elemanı, dl (akımın akış yönünde konumlandırılmış) ve bu uzunluk elemanından P-noktasına uzanan koordinat vektörü r ise, bu akım elemanının P-noktasında oluşturacağı B manyetik alanının yönü ve büyüklüğü Biot- Savart yasası tarafından verilir. Biot-Savart yasasına göre, üzerinden akım geçen dairesel bir iletkenin dönme simetri eksenini (x-ekseni) boyunca oluşturacağı manyetik alan değeri, bu alanı oluşturan akımın büyüklüğü tarafından hesaplanabilir. Akım taşıyan dairesel iletken bir telin uzayın herhangi bir P noktasında üreteceği manyetik alanın büyüklüğü B , iletkeni oluşturan her bir parçanın P noktasında oluşturacağı manyetik alanların toplamı (superposition) olarak verilir.



Şekil 8.1: Dairesel iletken bir tel üzerinden geçen akımın uzaydaki bir P -noktasında oluşturacağı manyetik alan vektörü ve bileşenleri (a) , Dairesel bir iletken üzerinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan çizgileri (b). Üzerinden I akımı geçen dl uzunluklu iletken bir parçanın P-noktasında ürettiği manyetik alan vektörü dB ise, bu yasanın grafiksel incelemesi Şekil-(8.1)' de gösterilmiştir. Akım taşıyan iletken bir tel üzerindeki dl elemanından, optik eksen (x) üzerindeki bir ölçüm noktasına (P) uzanan birim vektör, r olarak ifade edilirse; P-noktasında oluşacak manyetik alan vektörü, dB , Biot-Savart tarafından verilir:

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Burada;

dB : Optik eksen boyunca (x) oluşan manyetik alan vektörü (T)

μ : Manyetik alan sabiti (T.m/A)

I : Uygulanan akım değeri (A)

x : Optik eksen üzerindeki bir noktanın dairesel tellin merkezine olan uzaklığı (m).

Eşitlik 4.1 Biot-Savart yasası olarak bilinip, birim vektörü,

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}$$

olarak ifade edilir. Biot-Savart yasasına göre manyetik alan şiddeti B , alanı üreten I akımı ile tanımlanır. Manyetik alanın büyüklüğü:

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl \sin \phi}{r^2}$$

olarak yeniden yazılabilir. Burada dl ve r vektörleri birbirlerine dik olduğundan;

$$\left| \vec{dl} \times \hat{r} \right| = dl$$

değeri elde edilir.

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{r^2}$$

olarak elde edilir. Dik üçgen bağıntısından:

$$r^2 = x^2 + R^2$$

manyetik alanın büyüklüğü:

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + R^2)}$$

olarak bulunur.

Şekil-(8.1) incelendiğinde, manyetik alanın z-bileşeni x-eksenine dik ve simetrik olması nedeniyle, z-ekseni üzerinde oluşan manyetik alanların toplamı, B_z=0 olur. Bu nedenle, bileşke manyetik alanın (B) toplamı, B=B_x olarak belirlenmiş olur.

$$dB_x = dB \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{(x^2 + R^2)} \frac{R}{(x^2 + R^2)^{1/2}}$$

$$dB_x = dB \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R dl}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$B_x = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \int dl$$

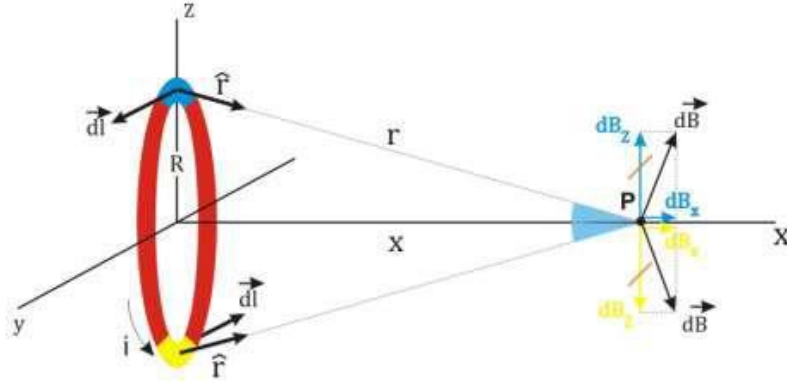
Burada;

$$\int dl = 2\pi R$$

olduğu için, manyetik alan büyüklüğünün x-ekseni üzerindeki bileşeni, B_x:

$$B_x = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

olarak hesaplanır. Bu eşitlik tek sarım döngülü (Single Loop System, N=1) bir iletkenin oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünü verir.



Şekil 8.2: Dairesel iletken bir tel üzerinden geçen sabit akımın uzaydaki bir P noktasındaki manyetik alan vektörünün bileşenleri ve net manyetik alan vektörünün yönü.

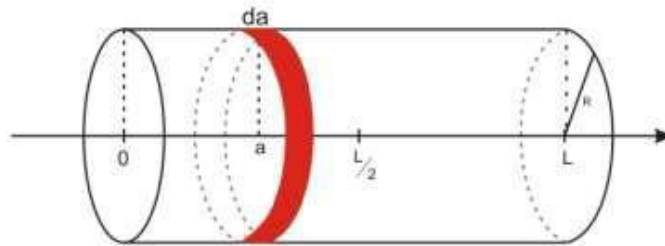
Şekil-(8.2) incelendiğinde, bir ölçüm noktasındaki (P-noktasındaki) manyetik alan vektörü (dB), z-ekseni yönünde (dBz) ve x-ekseni yönünde (dBx) olmak üzere iki bileşene ayrılır. İletken tel üzerindeki tüm dl elemanlarından kaynaklanan manyetik alanın bütün x-ekseni bileşenleri aynı yönde olduklarından birbirlerine eklenir. Bununla beraber, iletken tel üzerindeki dl elemanlarının z-ekseni yönünde oluşturduğu manyetik alanların bileşenleri ters yönlü olduğundan birbirlerini yok ederler. Bu nedenle, net manyetik alanın (B) toplamı, $B = B_x$ olarak belirlenir. Eğer, R yarıçaplı dairesele iletken tel N-adet sarım içeriyorsa, Eşitlikte verilen ifade yeniden düzenlenerek, çemberin eksenine boyunca ve merkezden x uzakta oluşan manyetik alan değeri aşağıdaki denklemle hesaplanır: Manyetik alan değerini (B) dairesele iletken tellerin sarım sayısına (N) bölersek

$$\frac{B(x)}{N} = \mu_0 \frac{I}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

oranı elde edilir. Biot-Savart deneylerinde x-ekseni boyunca manyetik alan büyüklüğünün, “B(x)”, sarım sayılarına “(N)” karşı değişim grafiğini verir.

8.2 Bir Bobinin Manyetik Alanı

Bir bobinden akım geçirildiğinde bobin içinde bir manyetik alan meydana gelir. Bu oluşan manyetik alanın büyüklüğü, uygulanan akımın büyüklüğüne (I), bobinin boyuna (L) ve sarım sayısına bağlıdır (N). Bobin uzunluğu, L olan N-sarımlı bir bobinin eksenine boyunca manyetik alanın değişim özelliği, bobinin sonsuz küçük sayıda ve uzunlukta bobinlerden oluştuğu varsayılarak incelenir (Şekil-8.3).



Şekil 8.3: Uzunluğu ihmal edilemeyecek kadar büyük olan L-uzunluklu ve N -sarımlı bobin .

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

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

$$\frac{Nda}{L}$$

Burada, $\frac{Nda}{L}$; da uzunluğa sahip bobin kesitinin sarım sayısıdır.

Toplam manyetik alan büyüklüğü (B), Eşitlikte verilen denklemin, “da” uzunluğu üzerinden integrali alınarak bulunur. Eşitlikte verilen fonksiyonun integrali alınırsa manyetik alanın büyüklüğü:

$$B(x) = \frac{1}{2} \frac{N}{L} \mu_0 I R^2 \int_0^L \frac{da}{[R^2 + (x-a)^2]^{3/2}}$$

$$B(x) = \frac{1}{2} \frac{N}{L} \mu_0 I \left[\frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{x-L}{\sqrt{R^2 + (x-L)^2}} \right]$$

olarak elde edilir.

Bobin uzunluğunun, bobin yarıçapı ile karşılaştırıldığında çok uzun olması koşulunda ($R \ll L$), bobin orta noktasında ($x=L/2$) manyetik alanın büyüklüğü (B_0), Eşitlikte aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$B_0 = \mu_0 I \frac{N}{L}$$

Bu eşitlikten görüldüğü gibi manyetik alan, bobinin merkezinde maksimumdur. Eşitlikte verilen denklemden bobin uçlarındaki ($x=L$) manyetik alanın büyüklüğü hesaplandığında, bobin merkezindeki değerin yarısı kadar olduğu bulunur:

$$B_{uç} = \frac{1}{2} \mu_0 I \frac{N}{L}$$

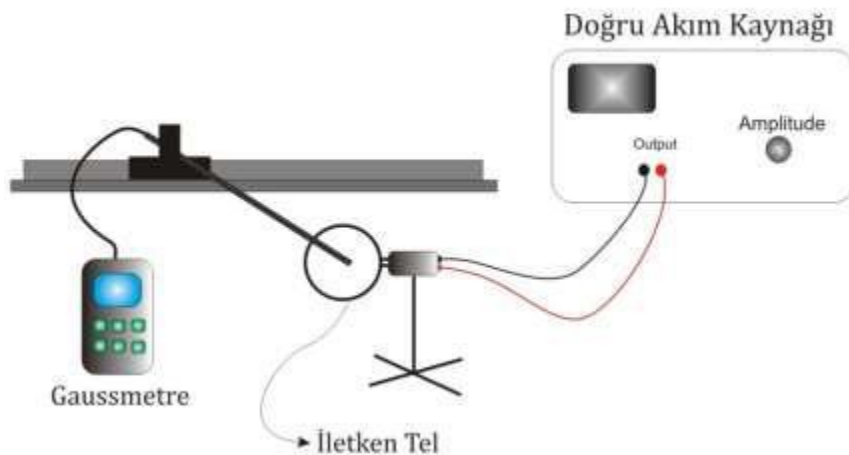
8.3 Deneyin Yapılışı

Deneyi yapısı iki bölümden oluşmaktadır:

-Dairesel iletken telin oluşturduğu manyetik alan büyüklüğünün ölçülmesi

-Bir bobinin içinde oluşan manyetik alanın ölçülmesi

Birinci olarak, farklı sarımlı ve yarıçaplı dairesele tellerin üzerinden sabit değerli bir doğru akım geçirildiğinde, bu dairesele iletken tellerin oluşturduğu manyetik alan büyüklükleri ölçülür. Elde edilen manyetik alan verilerinden manyetik alan sabiti (μ_0) deneysel olarak hesaplanır. Bunun için öncelikle Şekil-(8.4)'de verilen devre kurulur.



Şekil 8.4: Akım taşıyan dairesele iletken telin oluşturduğu manyetik alanın ölçüm düzeneği.

Bölüm-1: Dairesel İletken Telin Oluşturduğu Manyetik Alanın Ölçülmesi

1) Deney düzeneğinde, $R=6\text{cm}$ yarıçaplı dairesele tellerden $N=1$ sarımlı olanı tutucuya yerleştirin (Şekil-8.4).

2) Gaussmetre sensörünün (prob ucunu), dairesele iletken telin merkezine optik eksen (x)

üzerinden hizalamasını yapın.

3) Dairesel iletken tellin çıkış uçlarını DC akım kaynağı çıkışına (Output) takın.

4) Doğru akım (DC) kaynağını açın. Akım kaynağını açmadan önce, akım çıkış seviyesi ayarının en düşükte olmasına dikkat edin.

5) Doğru akım kaynağı üzerindeki akım ayarını kullanarak devreye uygulanacak akımı " $I=5A$ " değerine ayarlayın.

6) Gaussmetreyi çalıştırarak, ölçüm skalasını "mT" (militesla) olarak belirleyin.

7) Gaussmetre üzerindeki "RANGE" tuşunu kullanarak ölçüm hassasiyet skalasını "1/100" düzeyine getirin.

8) Gaussmetre probunun ucunu, deneyde kullanılan daireseel telin merkezine getirerek ($x=0$ cm), manyetik alan değerini okuyun ve kaydedin.

9) Benzer şekilde, daireseel iletken telin merkezinden; $x=1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ cm olmak üzere farklı uzaklıklarda manyetik alan ölçümlerini alın ve değerleri not edin.

10) Aynı yarıçaplı (R) fakat sarım sayısı farklı, $N=2, 3, 4$ daireseel teller (N-loops systems) için manyetik alan ölçümlerini; $x=1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ cm uzaklıklarında tekrarlayın.

11) Madde-10'da alınan ölçüm verilerini kullanarak, aynı yarıçaplı daireseel iletken telin merkezinden $x=2$ cm uzaklıkta alınan manyetik alan değerlerini, sarım sayılarına göre veri tablosunda oluşturun.

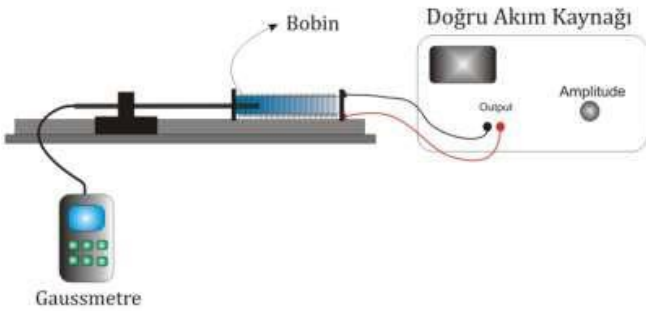
12) Bu veri tablosunu kullanarak, manyetik alanın sarım sayısına göre değişim grafiğini çizin.

13) Grafiğin eğiminden, manyetik alan sabitini (μ_0) hesaplayın.

14) Deneyseel hesaplanan bu değeri manyetik alan sabitinin kuramsal değeriyle karşılaştırın ve hata hesabı yapın.

15) Aynı işlemleri farklı yarıçaplı iletken teller için tekrarlayın.

Bölüm-2: Bir Bobin İçinde Oluşan Manyetik Alanın Ölçülmesi



Şekil 8.5: Bir bobinin oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi devresi.

1) Şekil-(8.5)'de verilen ölçüm devresini kurunuz.

2) Doğru akım (DC) kaynağının açın. Akım kaynağını açmadan önce, akım çıkış seviyesi ayarının en düşükte olmasına dikkat edin.

3) Doğru akım kaynağı üzerindeki akım ayarını kullanarak devreye uygulanacak akımı, " $I=1A$ " değerine ayarlayın.

4) Gaussmetreyi açın ve Gauss-militesla ayarından "mT" skalasına geçin.

5) Gaussmetre üzerindeki "RANGE" tuşunu kullanarak skalayı virgülden sonra "1/100" hassasiyete getirin.

6) Gaussmetrenin probunun ucunu bobinin tam ucuna yerleştirin ($x=0$ cm). Prob ucunun bobin kesit alanın tam merkezinde olmasına dikkat edin.

7) Probu optik raya bağlayan tutucunun bir noktasını referans alarak, prob ucunu bobin merkezinden başlayarak yavaş bir şekilde bobinin içerisine doğru hareket ettirin.

8) 1 cm aralıklarla Gaussmetreden okunan manyetik alan değerlerini not edin.

9) Bobinin orta noktasında ($x=L/2$) okunan manyetik alan değeri (B_0) ile hesapladığınız teorik (beklenen) manyetik alan değerini karşılaştırın.

10) Bobin ucunda ($x=L$) okunan manyetik alan ($B_{uç}$) değerlerini, hesapladığınız teorik manyetik alan değeri ile karşılaştırın.

11) Deneyi aynı boylu ve yarıçaplı fakat farklı sarımlı bobinler için tekrarlayın.

12) Bobinin ucundan başlayarak gaussmetre probu içeri doğru hareket ettirildiğinde okunan manyetik alan büyüklüklerinin nasıl değiştiğini yorumlayın.

13) Üzerine akım uygulanan daireseel iletken tellerde, manyetik alan büyüklüklerin maksimum

değeri (B_{max}) hangi mesafede okunuyor, belirleyin.

BÖLÜM-1: Dairesel iletken tel üzerinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan değerlerinin ölçülmesi ve manyetik alan sabitinin, dairesele iletken telin oluşturduğu manyetik alan değerlerinden faydalanarak hesaplanması.

μ_0 (Deneysel):

μ_0 (Teorik):

Hata Hesabı, $\Delta\mu_0$ ($\pm\%$):

Tablo-1: R-yarıçaplı, N_1 -Sarımlı dairesele iletken telin farklı uzaklıklarda oluşturduğu manyetik alan büyüklükleri

R(cm)	Sarım Sayısı(N_1)	x(cm)	B(mT)
.....		0	
		1	
		1.5	
		2.0	
		2.5	
		3.0	
		3.5	
		4.0	
		4.5	
		5.0	
		6.0	
		7.0	
		8.0	
		9.0	
		10.0	

Tablo-2: R-yarıçaplı, N_2 -Sarım sayılı dairesel iletken telin farklı uzaklıklarda oluşturduğu manyetik alan büyüklükleri

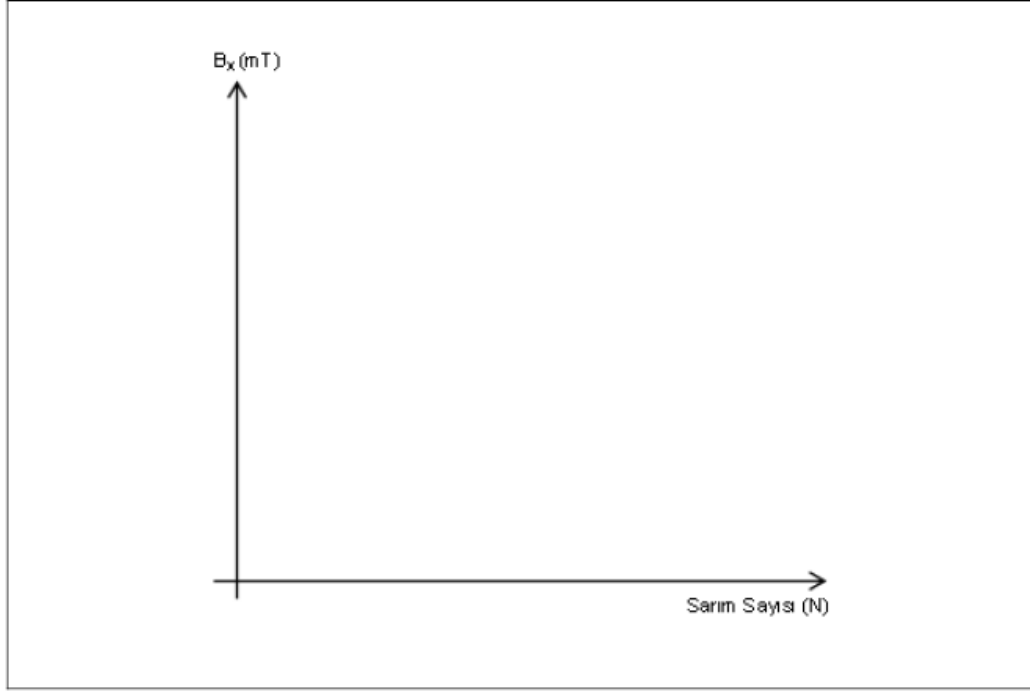
R(cm)	Sarım Sayısı (N_2)	x(cm)	B(mT)
.....		0	
		1	
		1.5	
		2.0	
		2.5	
		3.0	
		3.5	
		4.0	
		4.5	
		5.0	
		6.0	
		7.0	
		8.0	
		9.0	
		10.0	

Tablo-3: R-yarıçaplı, N_3 -Sarım sayılı dairesel iletken telin farklı uzaklıklarda oluşturduğu manyetik alan büyüklükleri

R(cm)	Sarım Sayısı(N_3)	x(cm)	B(mT)
.....		0	
		1	
		1.5	
		2.0	
		2.5	
		3.0	
		3.5	
		4.0	
		4.5	
		5.0	
		6.0	
		7.0	
		8.0	
		9.0	
		10.0	

Tablo-4: Aynı yarıçaplı dairesel iletken tellerin sabit bir uzaklıkta, farklı sarım sayılarına karşılık manyetik alan değerleri.

R(cm)	x(cm)	N(sarım sayısı)	B(mT)
.....			



Grafik-1: Aynı yarıçaplı dairesel iletken tellerin sabit bir uzaklıkta, farklı sarım sayılarına karşılık manyetik alan değerlerinin değişimi.

BÖLÜM-2: Bir bobinin merkezinde oluşan manyetik alanın ölçülmesi.

Aşağıdaki verileri kullanarak manyetik alanın beklenen değerlerini hesaplayınız. Beklenen manyetik alan değerlerini deneyde ölçülen manyetik alan değerleriyle karşılaştırınız. Aradaki farkı bularak hata hesabını yapınız.

Tablo-5: Bir bobinin oluşturduğu manyetik alan büyüklükleri.

Sarım Sayısı, N	Bobin Boyu, L(m)	Bobin Yarıçapı, R(m)	Manyetik Alan B(mT)		Fark ΔB(mT)
			Ölçülen (Deneysel)	Hesaplanan (Beklenen)	Hesaplanan

Hata Hesabı $\Delta B (\pm\%) = \dots\dots\dots$