



T.C.

**MİLLİ SAVUNMA ÜNİVERSİTESİ**

**DENİZ ASTSUBAY MESLEK  
YÜKSEKOKULU**

**TEMEL BİLİMLER BÖLÜMÜ**



**FİZİK - 2 LABORATUVAR FÖYÜ  
(ELEKTRİK VE MANYETİZMA)**

**2022**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

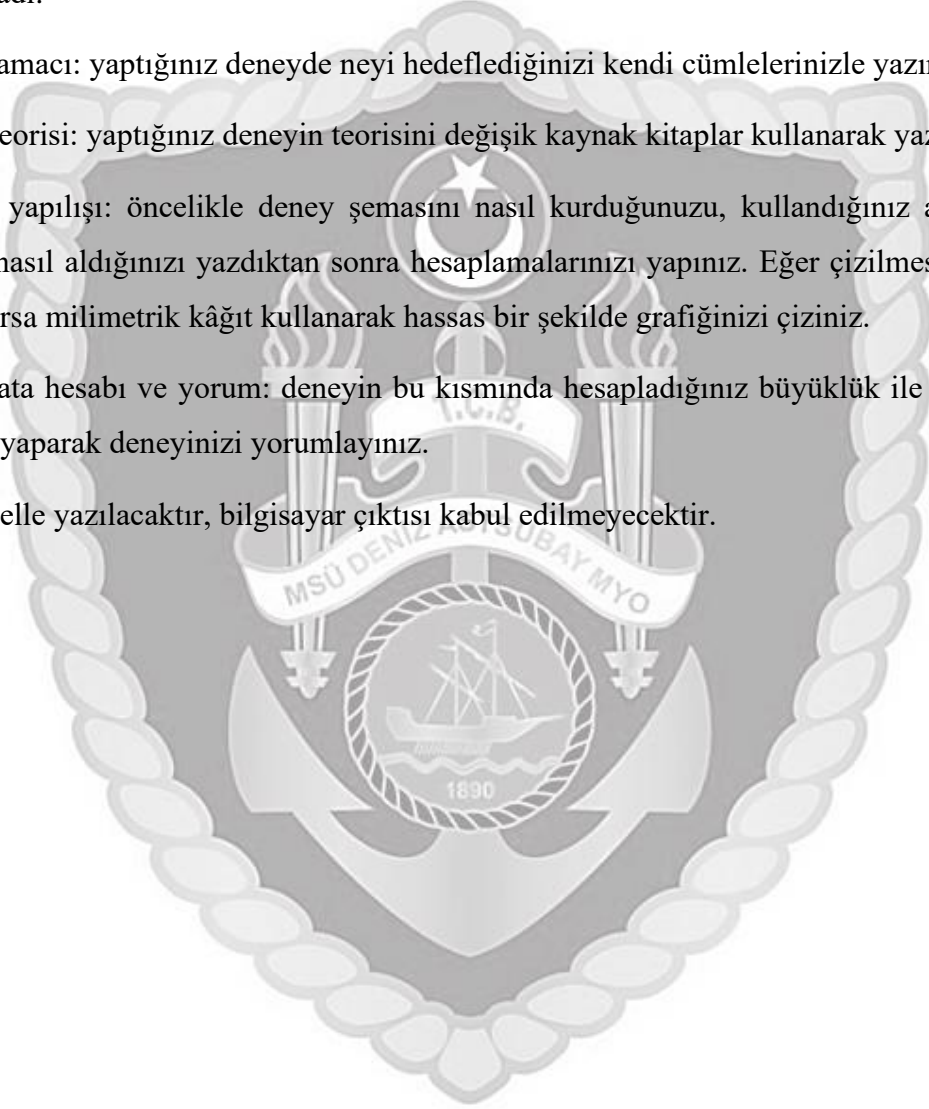
LABORATUVAR ÇALIŞMASI HAKKINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR...	ii
DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI.....	iii
GENEL BİLGİLER.....	iv
DENEY 1.....	1
KONDANSATÖRLER	
DENEY 2.....	12
OHM YASASI, SERİ VE PARALEL BAĞLI DEVRELER	
DENEY 3.....	20
DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ	
DENEY 4.....	24
BİR BOBİNİN MANYETİK ALANI	
DENEY 5.....	28
RC DEVRELERİ	
DENEY 6.....	37
TRANSFORMATÖR	

## 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 öğretim görevlisi hazırlanmadığınızı anlarsa sizi laboratuvardan çıkarabilir. Deneyi telafi etme imkânı 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 öğretim elemanına kontrol ettirilecektir.

## DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI:

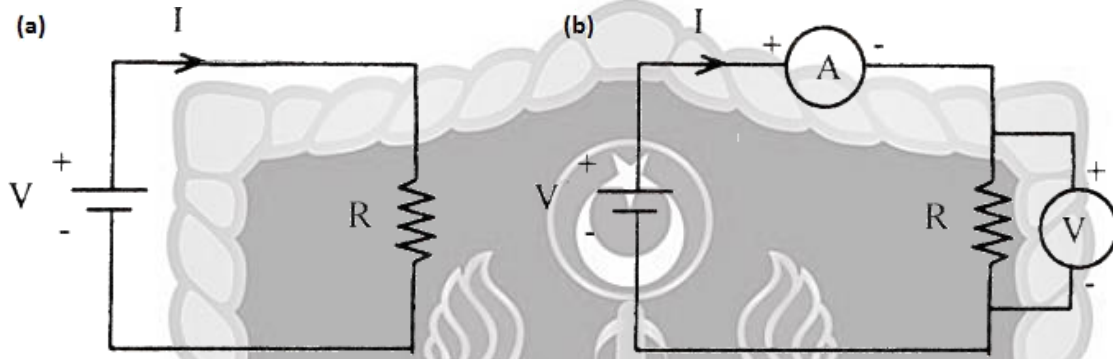
1. Hazırlayacağınız raporun ilk sayfasına (ortada olacak şekilde) deneyin adını, deneyin numarasını, adınızı, soyadınızı, numaranızı, hangi öğretimde olduğunuzu ve grubunuzu yazınız. Bu sayfaya başka herhangi bir şey yazmayınız.
2. Başlık ortalı bir şekilde yazılacak ve raporun hazırlanması işlemi aşağıdaki gibi olacaktır.
3. Deneyin adı:
4. Deneyin amacı: yaptığımız deneyde neyi hedeflediğinizi kendi cümlelerinizle yazınız.
5. Deneyin teorisi: yaptığımız 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 kâğıt kullanarak hassas bir şekilde grafiğinizi çiziniz.
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.



## GENEL BİLGİLER

**Ampermetre:** Devreden geçen akımı ölçmeye yarar. İç direnci küçüktür. Bunun için devreye seri bağlanması gerekir. Paralel bağlanırsa hiçbir değer okuyamayız.

**Voltmetre:** Devredeki iki nokta arasındaki gerilim farkını ölçmeye yarar. İç direnci büyüktür. Bunun için devreye paralel bağlanması gerekir.



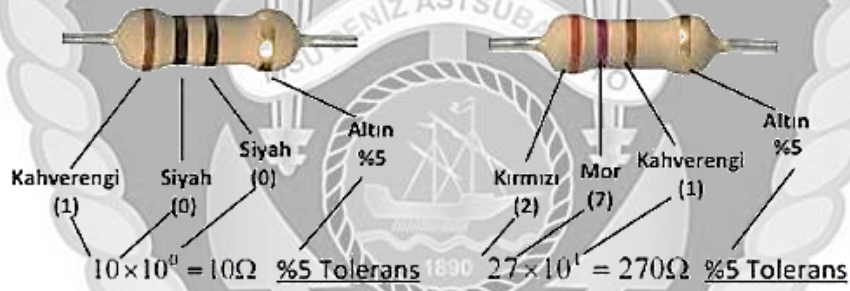
**Şekil 1.** (a) Tek dirençli basit bir devre. (b) Bir devreye bağlanmış Ampermetre ve Voltmetre.

**Direnç:** Elektrik akımına karşı sergilenen direnç maddenin bir özelliğidir. Deneyde kullandığımız dirençler; Ohm kanununa uyan maddelerden yapılmış iletken araçlardır.

**Renklerden Direnç Değerinin Okunması:** Seramik dirençlerin değerleri, üzerine basılmış olan renkli bantlardan belirlenir. Şekil 2’de görüldüğü gibi her bir renk 0’dan 9’a kadar bir sayıyı simgeler. İlk iki bant iki basamaklı bir sayı verir. Örneğin; ilk iki bant sırasıyla SARI, MOR olsun. Buna göre; SARI = 4, MOR = 7; yani 47 sayısını verir. Üçüncü bant ise ilk iki banttıan elde ettiğimiz iki basamaklı sayı ile çarpacağımız 10 sayısının kuvvetini verir. Örneğin sırasıyla bant renkleri SARI, MOR, TURUNCU olsun. Buna göre, SARI ve MOR dan 47 sayısını bir önceki örnekte elde etmiştik. Şimdi TURUNCU = 3. Yani  $47 \times 10^3$  sayısını elde ederiz. Dördüncü band, direncin tolerans değerini verir (% olarak belirlenen belirsizlik değeri). Altın sarısı %5, Gümüş rengi %10, 4. band yoksa belirsizlik %20 civarındadır. Eğer varsa, beşinci band direncin güç oranını verir. Ama biz bununla ilgilenmeyeceğiz. Direnci okumak için baktığınızda hangi ucun başlangıç olduğunu belirlemek için 4. bandın gümüş veya altın rengi olduğunu hatırlınızda tutmanız faydalı olabilir. Şekil 3’te renklerden direnç değeri okumaya örnek verilmiştir.

Renk	1. band	2. band	3. band (çarpın)	4. band (tolerans)
Siyah	0	0	$\times 10^0$	
Kahverengi	1	1	$\times 10^1$	
Kırmızı	2	2	$\times 10^2$	
Turuncu	3	3	$\times 10^3$	
Sarı	4	4	$\times 10^4$	
Yeşil	5	5	$\times 10^5$	
Mavi	6	6	$\times 10^6$	
Mor	7	7	$\times 10^7$	
Gri	8	8	$\times 10^8$	
Beyaz	9	9	$\times 10^9$	
Altın			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Gümüş			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Yok				$\pm 20\%$

Şekil 2. Renk kodları şeması



Şekil 3. 10Ω ve 270Ω değerli dirençlerin okunması.

**Akım:** Yüklerin herhangi bir yüzey boyunca kararlı akışı olan akım (amper cinsinden) aşağıdaki denklemle hesaplanabilir.

$$i = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

### Doğru Akım (DC)

Doğru akım elektrik yüklerinin yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru sabit olarak akmasıdır. Alternatif akımdan farkı, elektrik yüklerinin aynı yönde akması, yönünün ve şiddetinin değişmemesidir. Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti değişebilir. Düzgün doğru ve değişken doğru akım olarak adlandırılabilir. Doğru akım telekomünikasyon sektöründe radyo, teyp, televizyon gibi elektronik cihazlarda maden

arıtma ve maden kaplamacılığında elektrikli taşıtlarda (metro, tramvay), DC elektrik motorlarında vb. kullanılmaktadır.

Doğru akım üreten kaynaklara örnek vermek gerekirse; kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren “pil” verilebilir. Akümülatörler, kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten elamanlara diğer bir örnektir. Dinamo, alternatif akım elektrik enerjisini doğru akım elektrik enerjisine çeviren araçlardır. Güneş pili, güneş enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren elemanlardır.

### **Alternatif Akım (AC)**

Zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzende değişen akıma alternatif akım denmektedir. Alternatif akımın direnç üzerinden geçmesini sağlayan gerilim kaynağına ise alternatif gerilim kaynağı denir. Alternatif akım ev ve ofis binalarında, sokak aydınlatmasında vb alanlarda kullanılmaktadır. Batarya, pil, akü gibi elektrik kaynaklarında alternatif akım bulunmamaktadır.

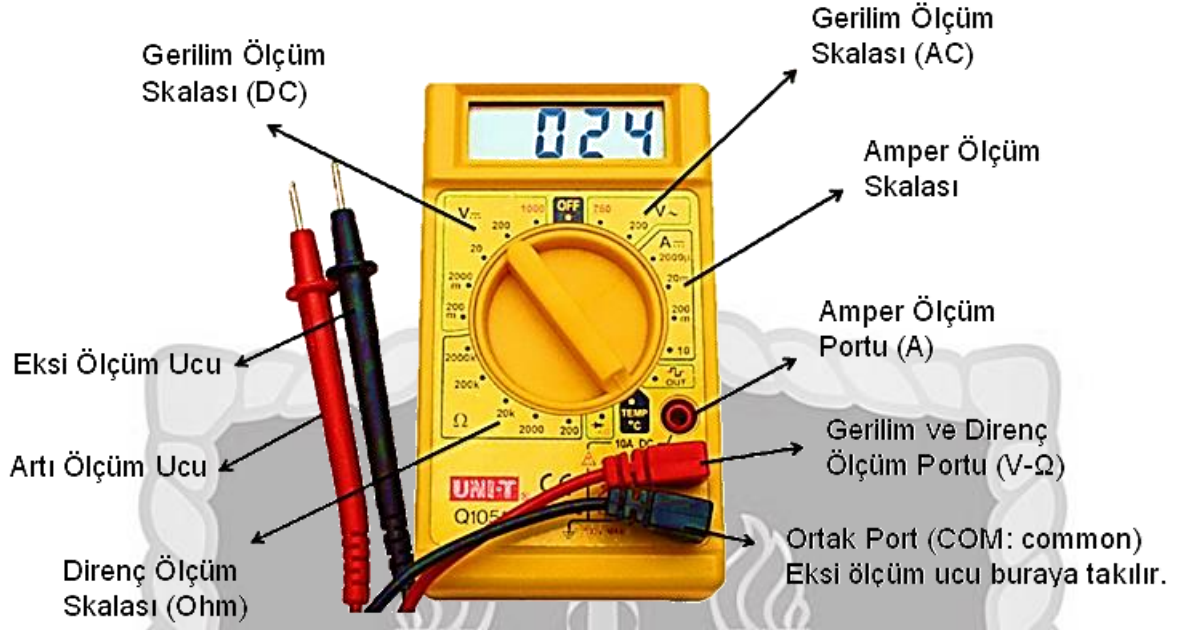
1893 yılında Tesla ve Westinghouse için mutlu sonla biten akım savaşları sayesinde doğru akım mı yoksa alternatif akım mı sorusuna cevap bulunmuştur. Westinghouse firmasının kurucusu George Westinghouse ile Nikola Tesla, elektrik iletimi için alternatif akımın tercih edilmesini öne sürerken Thomas Edison, doğru akımın savunucusuydu. Edison'un savunma çabaları yetersiz kalıp Nikola Tesla'ya boyun eğmek zorunda kalmıştı. O günden bugüne gelecek olursak alternatif akımlı şebekeler, tüm dünyada elektrik enerjisinin iletimine hakim olmuştur. Böyle bir sonucun tabii ki nedenleri olmalıdır. Transformatörler sayesinde alternatif akım istenilen herhangi bir değere kolayca ayarlanabilir; ayrıca alternatif akım, birbirine entegre güç şebekelerinin geliştirilmesine imkân sağlamaktadır.

Alternatif akımın önemli dezavantajları da vardır. Elektrik yüksek gerilimli güç hatları ile uzun mesafelerde iletiminde her 1.000 km'lik mesafede elektrik enerjisinin %10'undan fazlası kaybolmaktadır. Bu bakımdan doğru akım daha avantajlı gözükmektedir. Sebebi ise doğru akımlı iletim sistemleri, güç hattındaki kayıpları 1/3 oranında düşürmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte elektronik güç yarı iletkenleri sayesinde güç santralleri ve rüzgâr çiftliklerinden çıkan alternatif akım, uygun fiyatlarla doğru akıma dönüşebilmekte ve enerji kaybının minimize olduğu görülmektedir.

### **Multimetre**

Laboratuvar ortamında birçok elektronik devrenin istenilen biçimde çalışması için gerekli ölçümlerin yapılması gerekir. Bu ölçümler multimetre olarak adlandırılan cihazla yapılır. Günümüzde çok çeşit multimetreler vardır. Şekil 4'te fonksiyon tuşları

gösterilen bir multimetre görülmektedir.



Şekil 4. Multimetre ve fonksiyon tuşları.



## DENEY 1

### 1. KONDANSATÖRLER

#### 1.1 Amaç

- Seri RC devrelerinde boş bir kondansatörün 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 değerinin deneysel olarak belirlenmesi,

#### 1.2 DeneY Malzemeleri

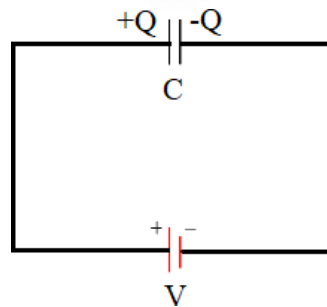
Voltaj kaynağı, 2 adet multimetre, farklı dirençler ve kondansatörler, DC güç kaynağı, kronometre, bağlantı kabloları

#### 1.3 Kondansatörün 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;

$$Q = C \cdot V \quad (1.1)$$

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



Şekil 1.1. Paralel plakalı bir kapasitörün V gerilimi altındaki Q yükü.

Şekil 1.1'de gösterildiği gibi V gerilimi altında paralel plakalı kapasitörün plakalarından

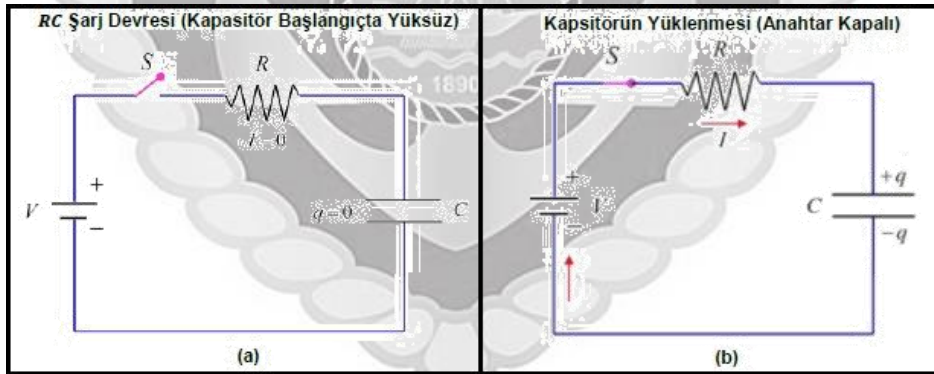
biri  $+Q$ , diğeri ise  $-Q$  yükü ile yüklenecektir. Kapasitör uçlarına uygulanan gerilim arttıkça, bu kondansatörün depo ettiği elektrik yükü ( $Q$ ) de artacaktır. Yükün potansiyel farka oranı kondansatörün kapasitansına ( $C$ ) eşittir,

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1.2)$$

Bir kondansatörün 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 1.2'de görüldüğü gibi sabit kalacaktır.



Şekil 1.2. Uygulanan farklı gerilimlere göre yükün değişim grafiği. Kapasitans birimi Farad'tır. 1 Farad, birim volta düşen yük miktarıdır ( $1C/V$ ).



Şekil 1.3. (a) Başlangıçta boş olan bir kapasitörün şarj devresini gösteren devresi ve (b) kapasitörün yüklenmesi.

Şekil 1.3.(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 1.3.(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, bazılarınınınki ise AC cinsinden verilir. Buna göre kullanım yerine göre uygulamalarda kaç voltluk kapasitör kullanılacak ise o değerli kapasitör kapasitesi ve voltaj değeri seçilmelidir.

#### **1.4 Kondansatörün 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 1.3. (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 durumdadır ve devrede hiç akım geçmez. Eğer,  $t=0$  anında "S" düğmesini kapatırsak devrede akım ( $I$ ) dolaşmaya başlar ve zamanla  $Q$  yükü kapasitöre dolar (Şekil 1.3. (b)).

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

$$V_c(t) + V_R(t) = V \quad (1.3)$$

Burada,

$$V_c(t) = \frac{Q(t)}{C} \quad (1.4)$$

$$V_R(t) = I(t) \cdot R \quad (1.5)$$

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,

$$V = \frac{Q(t)}{C} + I(t).R \quad (1.6)$$

şeklinde yazılır. Bu denklemin çözümünden,

$$I(t) = \frac{V}{R} - \frac{Q(t)}{RC} \quad (1.7)$$

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

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} \quad (1.8)$$

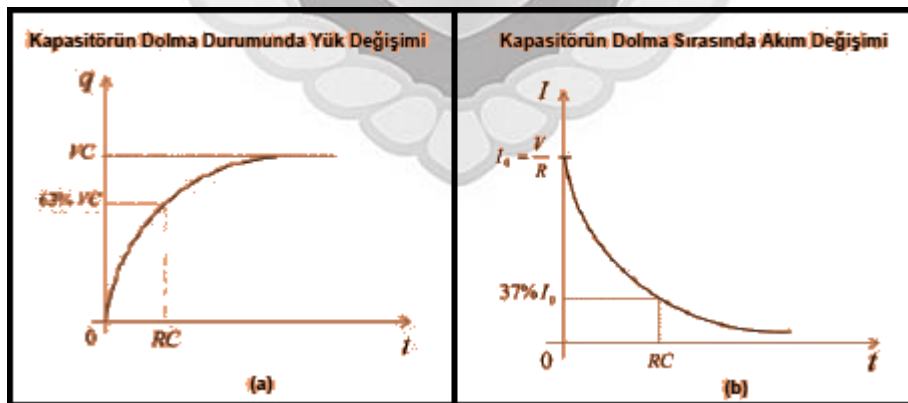
Bu denklem (1.7)'de yerine yazılırsa,

$$Q(t) = C.V (1 - e^{-t/RC}) \quad (1.9)$$

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

$$Q(t) = Q (1 - e^{-t/RC}) \quad (1.10)$$

bulunur.



**Şekil 1.4.** (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. Düşme kapatıldığı zaman akım azalırken kapasitördeki yük miktarı artar.

Kapasitörde toplanan Q yükünün zamana bağlı değişimi Şekil 1.4.(a)'da gösterilmiştir. Bu eğriye kapasitörün yükleme (şarj) eğrisi denir. Diğer taraftan, kapasitörün

yüklenmesi sırasında devreden geçen I akımının zamana göre değişimi ise Şekil 1.4.(b)'de verildiği gibidir. Devreden geçen akımı, zamana bağlı bir fonksiyon olarak aşağıdaki şekilde bulabiliriz,

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = I_0 e^{-t/RC} \quad (\text{kondansatörün yüklenmesi}) \quad (1.11)$$

veya

$$I(t) = \frac{V}{R} e^{-t/RC} \quad (\text{devre akımı}) \quad (1.12)$$

Akım değişimini veren denklem (1.11)'de,  $I_0$ ,  $t=0$  anında (anahtarın kapatıldığı anda) direnç üzerinden geçen akımın ilk değeri (initial current) olarak verilir,

$$I_0 = \frac{V}{R} \quad (1.13)$$

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 sifıra 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 ( $\tau$ ) deneysel olarak bulabiliriz (Şekil 1.4.(b)). Bu esnada ise kapasitörde yük miktarı "  $1 - 1/e = 0,632$ " değerine ulaşacaktır (Şekil 1.4.(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 sifıra doğru inecektir. Kapasitörün şarj ve deşarj süresi direnç değerine ( $R$ ) ve kapasitörün kapasitesine ( $C$ ) bağlıdır. Bu geçen süreye RC zaman sabiti denir. Bağlantı olarak,

$$\tau = RC \quad (\text{teorik değer}) \quad (1.14)$$

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

$$I = 0,37 \cdot \left(\frac{V}{R}\right) = 0,37 \cdot I_0 \quad (1.15)$$

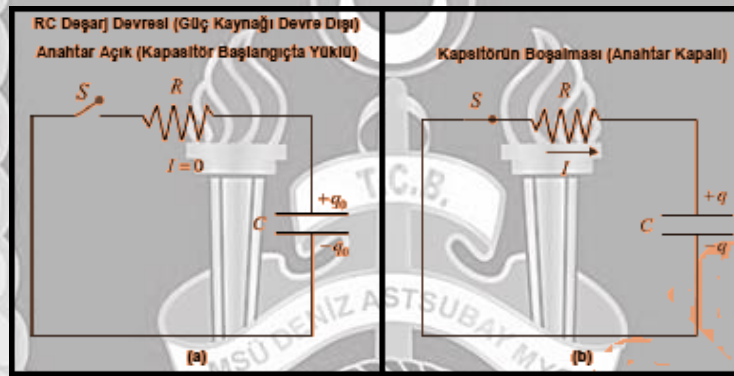
bulunacaktır. Zaman sabiti  $\tau$ , RC devresindeki akımın ilk değerinin 0,37 değerine düşmesi için gereken zamandır (Şekil 4.(b)). Kapasitörün dolması (şarj) durumunda  $\tau = RC$  zamanında kapasitör üzerindeki yük miktarı  $Q$  ise,

$$Q = 0,63. C.V \quad (1.16)$$

olarak bulunur.

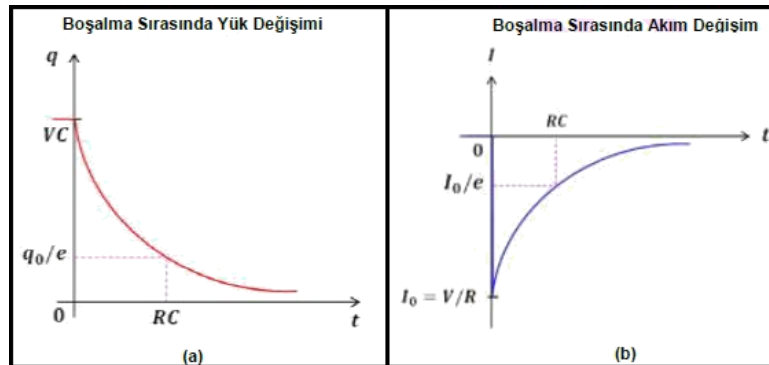
### 1.5 Kondansatörün Boşalması (Deşarj Olması)

Şekil 1.5.(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 1.5.(b)'de görüldüğü gibi RC devresindekaynak 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 1.5. (a) Başlangıçta yüklü olan kapasitörün deşarj olma devresi ve (b) kapasitörün deşarjı. Devrede "S" anahtarı kapatıldığında I akımı akmaya başlar.

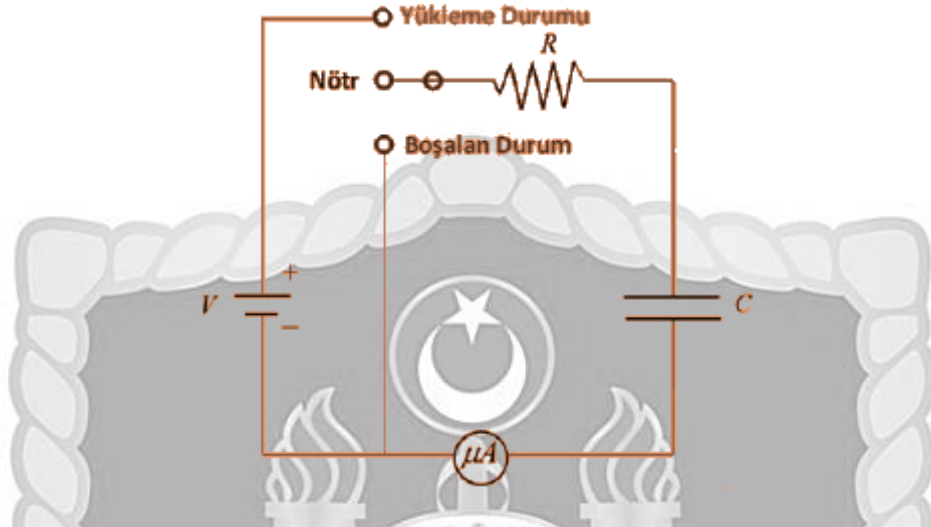
Başlangıçtaki Q yükünün zamana bağlı değişimi Şekil 1.6.(a)'da verildiği gibidir. Bu eğri kapasitörün boşalma (deşarj) eğrisi olarak ifade edilir. Akımın zamana bağlı değişimi ise Şekil 1.6.(b)'deki gibidir. Bu grafik, kapasitörün deşarj durumundaki I akımının, yüklenme durumundaki akıma göre ters yönde 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 1.6. (a) Direnci R olan bir devrede kapasitörün deşarj olması durumunda zamana göre yük ve (b) zamana göre akım değişimleri.

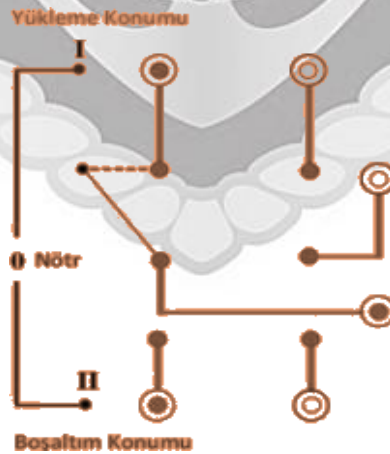
## 1.6 Deney Metodu ve Deneyin Yapılışı

### 1.6.1 Boş Bir Kondansatörün Şarj Olması



Şekil 1.7. Kapasitörün şarj ve deşarj devresini gösteren RC devresi. Bir kapasitörün uçlarına bir gerilim uygulanmadığı durumda bu kapasitör nötr durumdadır.

1. Şekil 1.7’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.

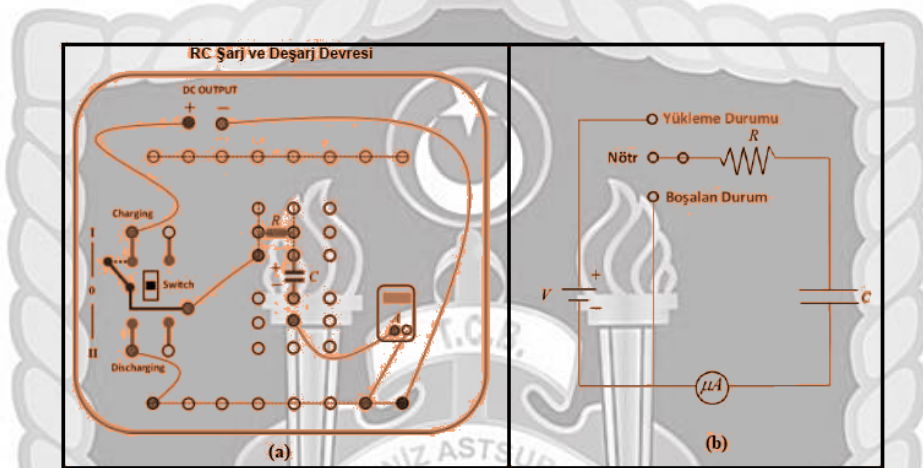


Şekil 1.8. Elektrik deney seti üstündeki anahtar konumları.

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 ve deşarj olayı

oluşturulacaktır (Şekil 1.8).

4. Anahtar nötr durumda tutularak güç kaynağı açılır.
5. Devre panelinde kapasitörün iki bağlantı uçları bir tel parçasıyla birleştirilerek, bu ikinokta 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 9'daki yükleme (charging) durumuna getirilir ve devreden geçen maksimum  $I=I_0$  akımı ölçülür. Tablo 1'e kaydedilir.



Şekil 1.9. (a) Şarj ve deşarj olacak kapasitör için RC devresinin devre panosu üstündeki kurulumu ve (b) RC devresi.

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).

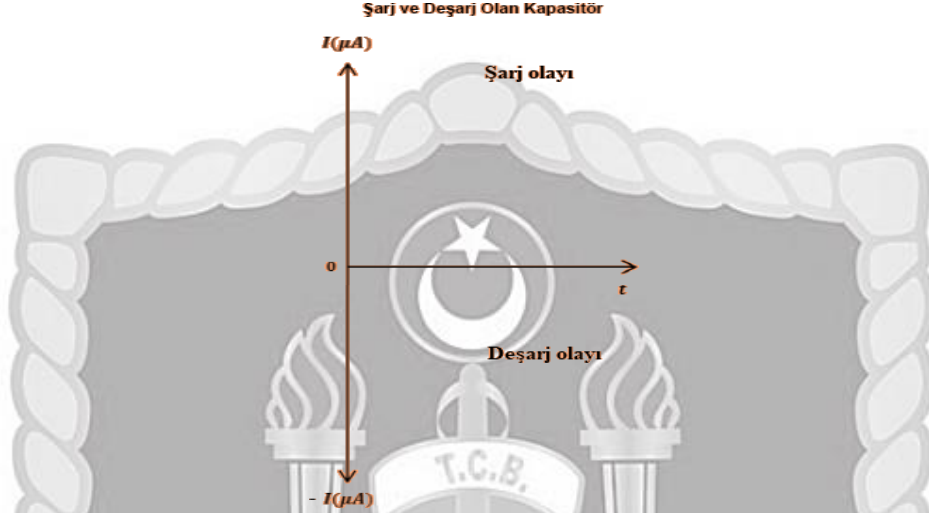
### 1.5.2 Kapasitörün Deşarj Olması

1. Kapasitörün doldurma işlemi bitince devre anahtarı nötr (0) konumuna getirilir ve kronometreyi durdurup sıfırlanır.
2. Fazla beklemeden, anahtar deşarj (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. Kapasitörün deşarjı, 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 1.10. Şarj ve deşarj akımları için grafiğinin aynı grafik üzerinde zaman eksenleri ortak seçilerek çizimi.

6. Şimdi boş bir kondansatörü şarj ve deşarj 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; akım-zaman grafiği çizilir.
8. Şarj ve deşarj akımının zamanla nasıl değiştiği aynı grafik üzerinde ortak t-zaman eksenini seçilerek çizilir (Şekil 1.10).
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 olana değere düştüğü t zamanı, bu devrenin zaman sabitini ( $\tau$ ) 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. Bugeçen süreye RC zaman sabiti denir. Bağıntı 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,  $\tau$  değerleriyle doldurulur.
17. Kapasitörün tamamen yüklenme zamanı için ölçülen t değeri kullanılarak, kapasitöründe 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.

**Deney Raporu:**

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Yüklenen ve Boşalan (Deşarj Olan) Kapasitör**

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

**Tablo 1.** Kısa devredeki akım.

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

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

**Tablo 2.** Yükleme (şarj) boyunca oluşturulan veri değerleri.

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

3. Kapasitör deşarj olurken alınan veriler Tablo 3'deki boşluklara yazılır.

**Tablo 3.** Kapasitör deşarj olurken ölçülen veriler.

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

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

**Tablo 4.** Akım-zaman grafiklerinden bulunan devrenin zaman sabiti değerleri.

Karşılaştırma	Zaman sabiti, $\tau$ (sn)
Şarj Eğrisi	.....
Deşarj Eğrisi	.....
Teorik Değer	.....

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  $Q=C.V$  ile karşılaştırınız.

**Tablo 5.** Şarj sonrası kapasitör üzerindeki elektrik yükü.

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

## DENEY 2

### 2. OHM YASASI, SERİ VE PARALEL BAĞLI DEVRELER

#### 2.1 Amaç:

- Ohm Kanununun doğrulanması,
- Dirençlerin seri ve paralel bağlanması,

#### 2.2 Deney Malzemeleri

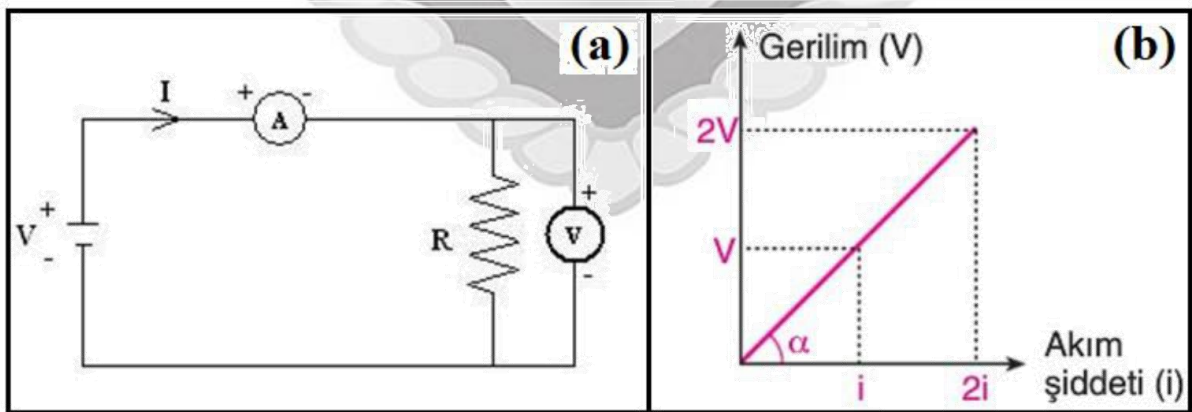
Voltaj kaynağı, 2 adet multimetre, farklı dirençler ve ampul, DC güç kaynağı, temel elektrik seti, bağlantı kabloları.

#### 2.3 Ohm Kanunu

Bir iletken telin uçları arasındaki potansiyel farkının bu iletken üzerinden geçen akıma oranı sabittir. Bu oran iletken telin direncini verir ve Ohm kanunu olarak tanımlanır,

$$V = IR \quad (2.1)$$

Burada  $V$  gerilimi,  $I$  akım şiddetini ve  $R$  direnci gösterir. Denklemden görüldüğü gibi, bir direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkı (gerilim) bu direnç üzerinden geçen akım ile doğru orantılı olup, orantı sabiti direncin değerini vermektedir. Şekil 2.1.(a)'da verilen devrede ampermetrenin (A) gösterdiği değer,  $R$  direnci üzerinden geçen akımı ve voltmetredeki gerilim ( $V$ ) değeri ise direncin uçlarındaki gerilimi verir. Kaynak gerilimi, aynı zamanda direnç uçlarında da görüleceğinden, direncin üzerinden geçen akım  $I = V/R$  olacaktır. Ohm kanununun doğrulanması için direnci olan bir iletken üzerinden geçen akımın, direncin uçları arasındaki gerilimine göre grafiğinin ( $V$ - $I$ ) çizilmesi gerekir. Bu grafik Şekil 2.1.(b)'de görüldüğü gibi doğrusal ise bu devre elemanı Ohm yasasına uyacak ve doğrunun eğimi bize direncin ( $R$ ) değerini verecektir.

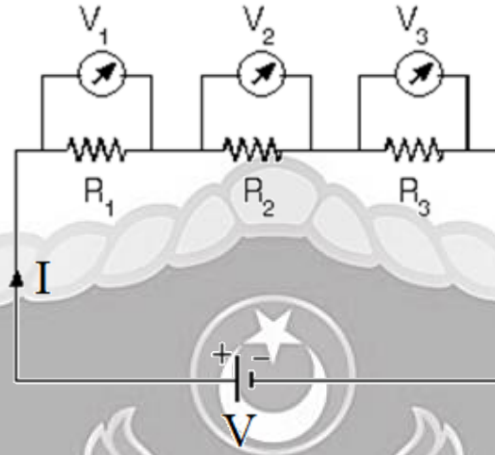


Şekil 2.1. (a) Ohm Kanunu devresi ve (b) Direncin üzerindeki gerilimin akım şiddeti ile değişimi.

#### 2.4 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 2.2. Devrede dirençlerin seri olarak yerleştirilmesi.

Bir elektrik devresinde, birden fazla direnci seri olarak bağlayabiliriz. Seri bağlı bu dirençleri tek bir direnç haline getirme işlemine toplam ( $R_{top}$ ) veya eşdeğer direnç ( $R_{eş}$ ) bulma denir. Şekil 2.2'deki gibi 3 farklı direnç seri olarak bağlanırsa eşdeğer direnç şu şekilde hesaplanır.

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (2.2)$$

Tüm dirençler üzerinden aynı  $I$  akımı geçeceğinden,

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \quad (2.3)$$

eşitliği yazılır. Dirençlerin üzerinde meydana gelen gerilimlerin toplamı ise ana gerilimi verir.

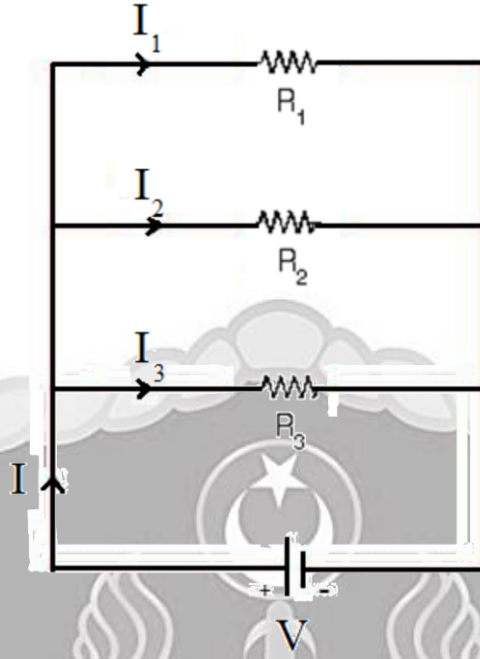
$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (2.4)$$

Dirençler üzerinde meydana gelen gerilimler ayrı ayrı şu şekilde hesaplanabilir:

$$V_1 = I \cdot R_1, V_2 = I \cdot R_2, V_3 = I \cdot R_3 \quad (2.5)$$

## 2.5 Dirençlerin Paralel Bağlanması

Herhangi bir devrede birden fazla direncin uçlarına aynı gerilimin uygulanmasıyla her birinden ayrı akım geçebilecek şekilde bağlanmasına paralel bağlama denir. Paralel bağlı tüm dirençler üzerinde meydana gelen gerilim aynıdır. Ancak farklı direnç değerlerine sahip devre elemanlarının üzerinden farklı akımlar geçer. Akım değerleri, direncin değerine bağlı olarak değişir. Direnç arttıkça ters orantılı olarak direncin üzerinden geçen akım değeri azalır.



Şekil 2.3. Devrede dirençlerin paralel olarak yerleştirilmesi.

Bir elektrik devresinde, birden fazla direnci paralel olarak bağlayabiliriz. Şekil 2.3'teki gibi 3 farklı direnç paralel olarak bağlanırsa eşdeğer direnç şu şekilde hesaplanır.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2.6)$$

Tüm dirençler üzerinde meydana gelen gerilim aynı olacağından,

$$V = V_1 = V_2 = V_3 \quad (2.7)$$

eşitliği yazılır. Dirençlerin üzerinden geçen akımların toplamı ise ana akım değerini verir.

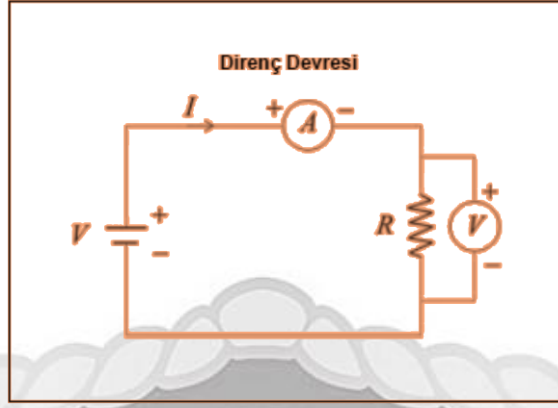
$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (2.8)$$

Dirençlerin üzerinden geçen akımlar ayrı ayrı şu şekilde hesaplanabilir,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2}, I_3 = \frac{V}{R_3} \quad (2.9)$$

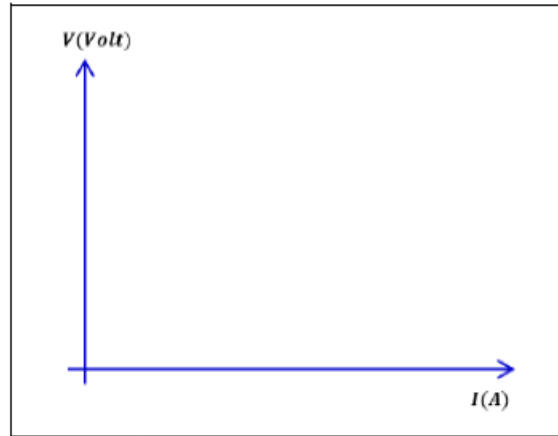
## 2.6 Deney Metodu (Ohm Kanununun Doğrulanması)

1. Devreye bağlı güç kaynağı kapatılır ve devre panosu kullanılarak Şekil 2.4'te verilen devre kurulur.



Şekil 2.4. Ohm kanununun doğrulanması için hazırlanan direnç devresi.

2. DC güç kaynağı çalıştırılır.
  - 2.1. Gerilim ayarlama tuşunu kullanarak, çıkış gerilimi (kaynak gerilimi) olarak  $V=1V$  ayarlanır ve  $I$  akımının geçtiği yöne göre (+) ya da (-) değer okunur.
  - 2.2. Ölçülen değer (-) ise multimetre (ampermetre) uçları ters bağlanmıştır.
  - 2.3. DC voltaj ayar düğmesi kullanılarak, çıkış gerilimi değiştirilir ve farklı çıkış gerilimleri için gerilim ve akım ölçümleri tekrarlanır.
  - 2.4. Devreden (direnç üzerinden) geçen akım, uygulanan gerilim ile doğru orantılı olarak değişecektir.
3. Ohm kanununun doğrulanması için direnç üzerinden geçen akımın ( $I$ ), direncin uçları arasındaki  $V$  potansiyel farka (gerilim) göre grafiğinin çizilmesi gerekir.
  - 3.1. Deney verileri kullanılarak, gerilim-akım ( $V-I$ ) grafiği çizilir (Şekil 2.5).
  - 3.2. Bu grafikte, veri noktalarına en uygun doğru çizilir ve bu doğrunun eğimi bulunur.
  - 3.3. Eğimden direnç değeri deneysel olarak belirlenir (en uygun doğrunun eğimi, "R" direnç değerine karşılık gelir).



Şekil 2.5. R direncinin uçları arasındaki elektriksel potansiyel farkın ( $V$ ) bu direnç üzerinden geçen akıma ( $I$ ) göre değişimi.

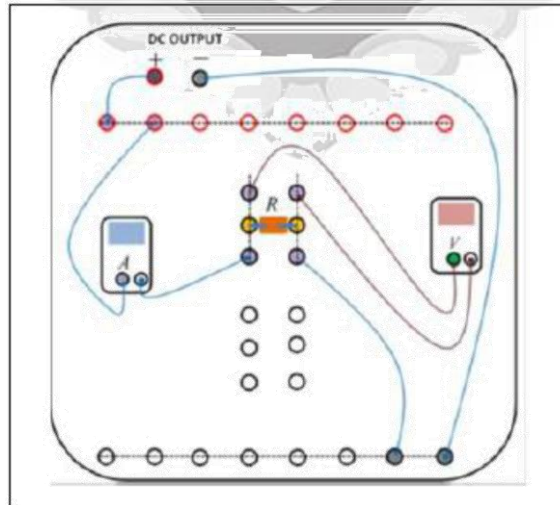
4. Ayrıca direnç renk kodlarını kullanarak beklenen direnç değeri bulunur.

4.1.Devrede kullanılan direncin deneysel ve beklenen (teorik) değerleri karşılaştırılır ve hata hesabı yapılır.

4.2.Teorik değer ile deneysel değer arasında bir fark varsa, farkın hangi etkenlerden kaynaklandığı açıklanır ve farkın  $\pm\%10$  sınırları içinde olup olmadığını belirtir.

## 2.7 Deneyin Yapılışı (Ohm Kanununun Doğrulanması)

1. Şekil 2.6'daki devre kurulur. Devreye direnç kutusundan seçilen direnç bağlanır.
2. Çıkış gerilimi (DC OUTPUT)  $V=1V$  olarak ayarlanır.
3. Direnç üzerinden geçen akım (I) multimetre (ampermetre) ile ölçülür ve Tablo 1'e not edilir.
4. Aynı işlemler farklı gerilim değerleri için tekrarlanır ve ölçülen gerilim (V) ve direnç üzerinden geçen akım (I) verileri not edilir.
5. Ohm kanununun doğrulanması için direnç üzerinden geçen akımın, direncin uçları arasındaki gerilime göre grafiğinin çizilmesi gerekir. Bu grafik doğrusal ise doğrunun eğimi direncin değerini vereceğinden bu devre elemanı Ohm kanununa uyacaktır.
6. Gerilim-akım (V-I) grafiği çizilir ve eğimi belirlenir.
7. Eğimden, R direncinin deneysel değeri bulunur.
8. Ayrıca devrede kullanılan R direncinin renk kodları tarafından beklenen (teorik) değeri belirlenir ve deneysel değeriyle karşılaştırılarak hata hesabı yapılır.

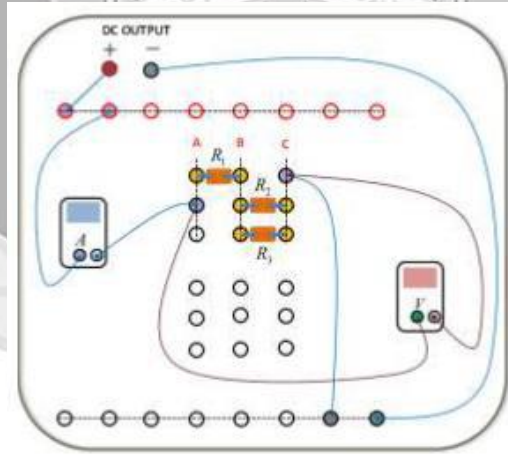


Şekil 2.6. Direnç ölçümleri için devre panelinde hazırlanan deney düzeneği.



## 2.8 Deneyin Yapılışı (Dirençlerin Seri ve Paralel Bağlanması)

1. Şekil 2.4'te verilen devre kurulduktan sonra çıkış gerilimi (DC OUTPUT)  $V=10V$  olarak ayarlanır.
2. Her bir direnç için gerilim ve akım ölçümü yapılır.
3. Ölçüm verileri  $R=V/I$  eşitliğinde kullanılarak direnç değerleri bulunur ve Tablo 2'ye kaydedilir.
4. Aynı dirençlerin değerleri renk kodları kullanılarak teorik değerleri hesaplanır.
5. Deneysel ve teorik direnç değerleri karşılaştırılır.
6. Daha sonra sırasıyla seri ve paralel bağlamanın gösterileceği devre kurulur. Bu devrede  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri paralel bağlanır ve daha sonra  $R_1$  direnci bunlara seri bağlanır (Şekil 2.7).
7. Devredeki deneysel ve teorik eşdeğer direnç değerleri Tablo 3'e kaydedilir.
8. Dirençlerin üzerinden geçen akımlar ve üzerlerinde meydana gelen gerilimler ise hesaplanarak Tablo 4'e kaydedilir.



Şekil 2.7. Dirençlerin deney düzeneğinde paralel ve seri olarak bağlanması.

**Deney Raporu:**

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Tablo 1.** Deneysel gerilim ve akım değerleri.

Direnç	Okuma No	Ölçülen		DENEYSEL	TEORİK
		Gerilim	Akım	Eğim	Renk Kodları
		V(volt)	I(A)	R (ohm)	R (ohm)
R	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

**Dirençlerin Seri ve Paralel Bağlanması**

**Tablo 2.** Seri ve paralel bağlamada kullanılacak dirençlerin deneysel ve teorik değerleri.

Direnç	Ölçülen		DENEYSEL	TEORİK
	Gerilim	Akım	$R=V/I$	Renk Kodları
	V(volt)	I(A)	R (ohm)	R (ohm)
R1	10			
R2	10			
R3	10			

**Tablo 3.** Seri ve paralel bağlamada elde edilen deneysel ve teorik eşdeğer direnç değerleri.

Ölçülen		DENEYSEL	TEORİK	FARK
Gerilim	Akım	$R=V/I$	Renk Kodları	
V(volt)	I(A)	$R_{eş}$ (ohm)	$R'_{eş}$ (ohm)	$\Delta R_{eş}$ (ohm)
10				

**Tablo 4.** Her bir direnç üzerindeki gerilim ve akım değerleri.

DİRENÇ	GERİLİM	AKIM
R1		
R2		
R3		

## DENEY 3

### 3. DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

#### 3.1 Amaç:

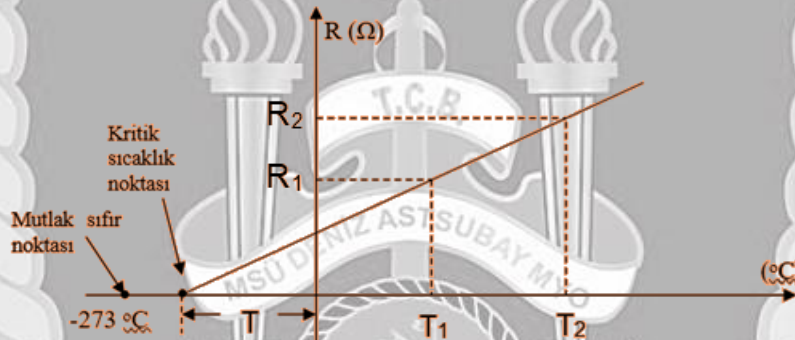
- Farklı iletkenlerin direnç değerlerinin sıcaklıkla değişiminin incelenmesi.

#### 3.2 Deneysel Malzemeleri

Voltaj kaynağı, 2 adet multimetre, bakır, alüminyum ve demir iletken, DC güç kaynağı, termometre, bağlantı kabloları.

#### 3.3 Direncin Sıcaklıkla Değişimi

Bütün metallerin ve birçok alaşımların direnci sıcaklık arttıkça artar. Karbonun, elektrolit iletkenlerin, izolasyon malzemelerinin, bazı metal alaşımların ve yarı iletkenlerin direnci ise sıcaklık arttıkça azalır. Metal iletkenlerin dirençlerinin sıcaklıkla değişim eğrisi şekilde görülmektedir.



Şekil 3.1. Bir metalin direncinin sıcaklıkla değişimi.

Bu eğriden üçgenlerin benzerliği kullanılarak,

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{T + T_1}{T + T_2} \quad (3.1)$$

yazılabilir. T<sub>2</sub> sıcaklığında iletken direnci,

$$R_2 = R_1 \frac{T + T_2}{T + T_1} \quad (3.2)$$

olacaktır. Bu ifade,

$$\begin{aligned} R_2 &= R_1 \left( \frac{T + T_2 + T_1 - T_1}{T + T_1} \right) = R_1 \left( \frac{(T + T_1) + (T_2 - T_1)}{T + T_1} \right) \\ &= R_1 \left( 1 + \frac{T_2 - T_1}{T + T_1} \right) \end{aligned} \quad (3.3)$$

elde edilir.  $\frac{1}{T+T_1} = \alpha$  olarak tanımlanırsa,

$$R_2 = R_1(1 + \alpha(T_2 - T_1)) \quad (3.4)$$

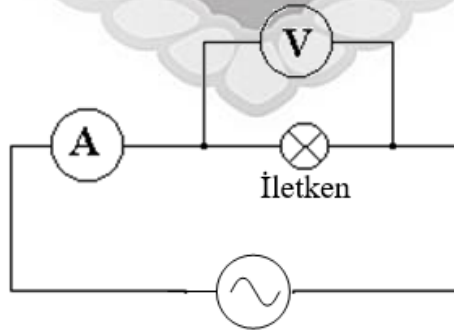
olacaktır. Burada  $\alpha$ , 1°C'lik sıcaklık artışında iletkenin direncinde 1Ω'luk artma miktarıdır. Tablo 1'de bazı iletkenlere ait  $\alpha$  değerleri verilmektedir.

**Tablo 1.** Bazı metal ve alaşımlara ait öz direnç ( $\rho$ ) ve 20°C'deki sıcaklık katsayısı ( $\alpha$ ) değerleri.

Madde	$\rho$ $\Omega \cdot mm^2/m$	$\alpha$ $10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Gümüş	0,016	3,80
Altın	0,023	4,00
Volfram (Tungsten)	0,055	4,10
Platin	0,11 - 0,14	2,00-3,00
Cıva	0,96	0,92
Bizmut	1.20	4,20
Bakır	0,0176	3,92
Alüminyum	0,0286	3,77
Çinko	0,0606	4,70
Nikel	0,08 - 0,11	3,7-6
Demir	0,10 - 0,15	4,5-6
Kalay	0,11	4,20
Kurşun	0,21	4,20

### 3.4 Deneysel Metot

1. Devreye bağlı güç kaynağı kapatılır ve devre panosu kullanılarak Şekil 3.2'de verilen devre kurulur.



**Şekil 3.2.** Basit devre şeması.

2. İletkenlerin oda sıcaklığındaki (~25°C) direnç değerleri ohmmetre ile belirlenir.
3. DC güç kaynağı çalıştırılır.
4. Gerilim ayarlama tuşu kullanılarak başlangıç değeri V=4 Volt ayarlanır ve

iletkenlerin üzerinden geçen (her bir gerilim değeri için) akım ve direnç değerleri ampermetre ve ohmmetre vasıtasıyla kaydedilir.

5. Aynı işlemler gerilim değeri 4'er Volt artırılarak (iletkenler soğumadan) tekrarlanır.
6. Gerilim-akım grafiği çizilerek her bir gerilim değeri için iletkenin direnci teorik olarak hesaplanır.
7. Hesaplanan direnç değerleri deneysel sonuçla karşılaştırılıp hata analizi yapılır.

### 3.5 Deney Yapılışı

1. Şekil 3.2 deki devre kurulur.
2. Bakır iletkenin soğuk direnci (oda sıcaklığında) multimetre ile ölçülür.
3. Güç kaynağı çalıştırılır ve 4 Volta ayarlanır. Devreden geçen akım ve iletkenin direnci ampermetre ve multimetre ile ölçülerek Tablo 2'ye kaydedilir. Ayrıca iletkene de voltmeter bağlayarak iletkenin gerilimi ölçülür.
4. Daha sonra her 4 Volt gerilim artışı için devreden geçen akım ve iletken direnci ölçülür ve Tablo 2'ye kaydedilir.
5. İletkenden oluşan gerilim ve iletkenin üzerinden geçen akım kullanılarak gerilim-akım (V-I) grafiği çizilerek iletkenin direnci teorik olarak hesaplanır ve Tablo 2'de ilgili bölüme kaydedilir.
6. Aynı işlemler alüminyum ve demir iletkenleri için tekrarlanır ve ilgili tablolara veriler eklenip hata analizleri yapılır.

### Deney Raporu

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Tablo 2.** Bakır iletkeninin farklı gerilimlerde ölçülen ve hesaplanan direnç değerleri.

Deney No.	V (Volt) (DC)	I (Amper)	R (Ohm) (Ölçülen)	R (Ohm) (Hesaplanan)	V(Volt) (Direnç Gerilimi)
1	0				
2	4				
3	8				
4	12				
5	16				

**Tablo 3.** Alüminyum iletkeninin farklı gerilimlerde ölçülen ve hesaplanan direnç değerleri.

Deney No.	V (Volt) (DC)	I (Amper)	R (Ohm) (Ölçülen)	R (Ohm) (Hesaplanan)	V(Volt) (Direnç Gerilimi)
1	0				
2	4				
3	8				
4	12				
5	16				

**Tablo 4.** Demir iletkeninin farklı gerilimlerde ölçülen ve hesaplanan direnç değerleri.

Deney No.	V (Volt) (DC)	I (Amper)	R (Ohm) (Ölçülen)	R (Ohm) (Hesaplanan)	V(Volt) (Direnç Gerilimi)
1	0				
2	4				
3	8				
4	12				
5	16				

## DENEY 4

### 4. BİR BOBİNİN MANYETİK ALANI

#### 4.1 Amaç:

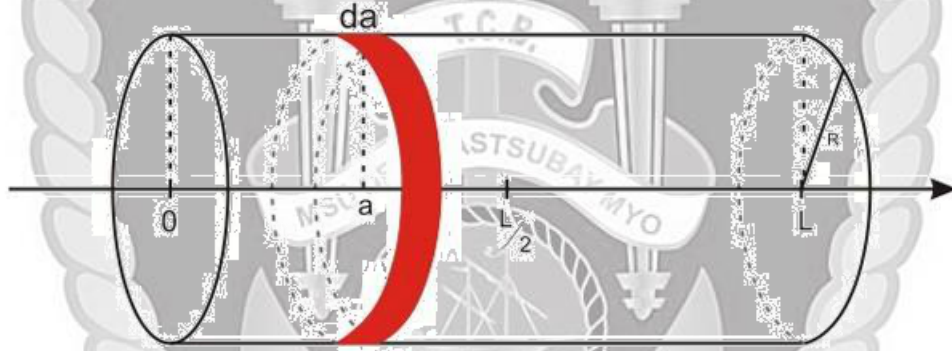
- Farklı sarım sayılarına sahip bobinlerde oluşan manyetik alanın incelenmesi.

#### 4.2 DeneY Malzemeleri

Doğru Akım kaynağı, gaussmetre, farklı boyda ve farklı sarımlı bobinler, bağlantı kabloları, metrelik ray, tel halkalar, hall probu.

#### 4.3 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 eksenini boyunca manyetik alanın değişim özelliği, bobinin sonsuz küçük sayıda ve uzunlukta bobinlerden oluştuğu varsayılarak incelenir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Uzunluğu  $L$  olan  $N$  sarım sayısına sahip bobin.

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

$$dB(x) = \frac{1}{2} \frac{N}{L} \mu_0 i \frac{R^2}{[R^2 + (x - a)^2]^{3/2}} da \quad (4.1)$$

Burada  $\frac{N}{L} da$ ;  $da$  kalınlıklı bobin kesitindeki sarım sayısıdır. Toplam manyetik alan  $a$  üzerinden integral alınarak bulunur,

$$B(x) = \frac{\mu_0 i N R^2}{2L} \int_0^L \frac{da}{[R^2 + (x - a)^2]^{3/2}} \quad (4.2)$$

İntegralin çözümünden toplam manyetik alan,

$$B(x) = \frac{\mu_0 i N}{2L} \left[ \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{x - L}{\sqrt{R^2 + (x - L)^2}} \right] \quad (4.3)$$



şeklinde elde edilir. Uzun, ince bobinin ( $R \ll L$ ) merkezine yakın bir noktada ( $x = \frac{L}{2}$ ) manyetik alanın büyüklüğü denklem 4.3'den şöyle bulunur,

$$B_{merkez} = \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (4.4)$$

Bobinin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğü denklem 4.4 ile verilir iken bobinin uçlarındaki ( $x = L$ ) manyetik alanın büyüklüğü,

$$B_{uç} = \frac{1}{2} \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (4.5)$$

ile verilir.

#### 4.4 Deneyin Yapılışı

Şekil 4.2'deki devreyi kurunuz.



Şekil 4.2: İletken telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi.

##### 4.4.1 Yer Değiştirmeye Bağlı Olarak Manyetik Alanın Değişimi

- Gaussmetrenin probunun ucunu bobinin tam ucuna yerleştirin (probu ucunun bobinin kesit alanının tam merkezinde olmasına dikkat edin).
- Akım değerini 0.8 A'e ayarlayarak bobinlere sabit voltaj uygulayın.
- Probu raya bağlayan parçanın bir noktasını referans olarak yavaş hareketlerle bobinin içine doğru hareket ettirin.
- 1 cm aralıklarla Gaussmetreden okunan manyetik alan değerlerini Tablo 1'e not edin.
- Bobinin tam ortasında okunan manyetik alan değerini yorumlayın.

- $x = L/2$  iken okunan manyetik alan ile denklem 4.3'ü kullanarak hesaplayacağınız manyetik alan değerini karşılaştırınız (okuduğunuz manyetik alan değerini SI birimi olan Tesla'ya çevirmeyi unutmayınız).
- Aynı işlemleri farklı sarımlı fakat aynı boylu ve yarıçaplı bobinler için tekrarlayınız.

#### 4.4.2 Bobinin Merkezindeki Manyetik Alan

- Hall probunu farklı sarım sayılı bobinler için bobinin tam merkezine geldiğinde ( $x = L/2$ ) manyetik alanın değerini okuyarak Tablo 2'ye kaydedin.
- Denklem 4.5 ile manyetik alanını hesaplayınız ve ölçülen değerler ile karşılaştırarak hata hesabı yapınız.

#### Deney Raporu

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Tablo 1:** Yer değiştirmeye bağlı olarak manyetik alan için ölçümler.

x (cm)	Bobin 1 N=..... R=.....cm L=.....cm	Bobin 2 N=..... R=.....cm L=.....cm	Bobin 3 N=..... R=.....cm L=.....cm	Bobin 4 N=..... R=.....cm L=.....cm
	<i>B (mT)</i>	<i>B (mT)</i>	<i>B (mT)</i>	<i>B (mT)</i>
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Tablo 2:** Bobinin merkezindeki manyetik alan için ölçüm değerleri.

<b><i>N</i></b> (sarım sayısı)	<b><i>L</i></b> (bobinin boyu, cm)	<b><i>R</i></b> (yarıçap, cm)	<b><i>B</i></b> (manyetik alan, mT)

**Hata Hesabı:**



## DENEY 5

### 5. RC DEVRELERİ

#### 5.1 Amaç

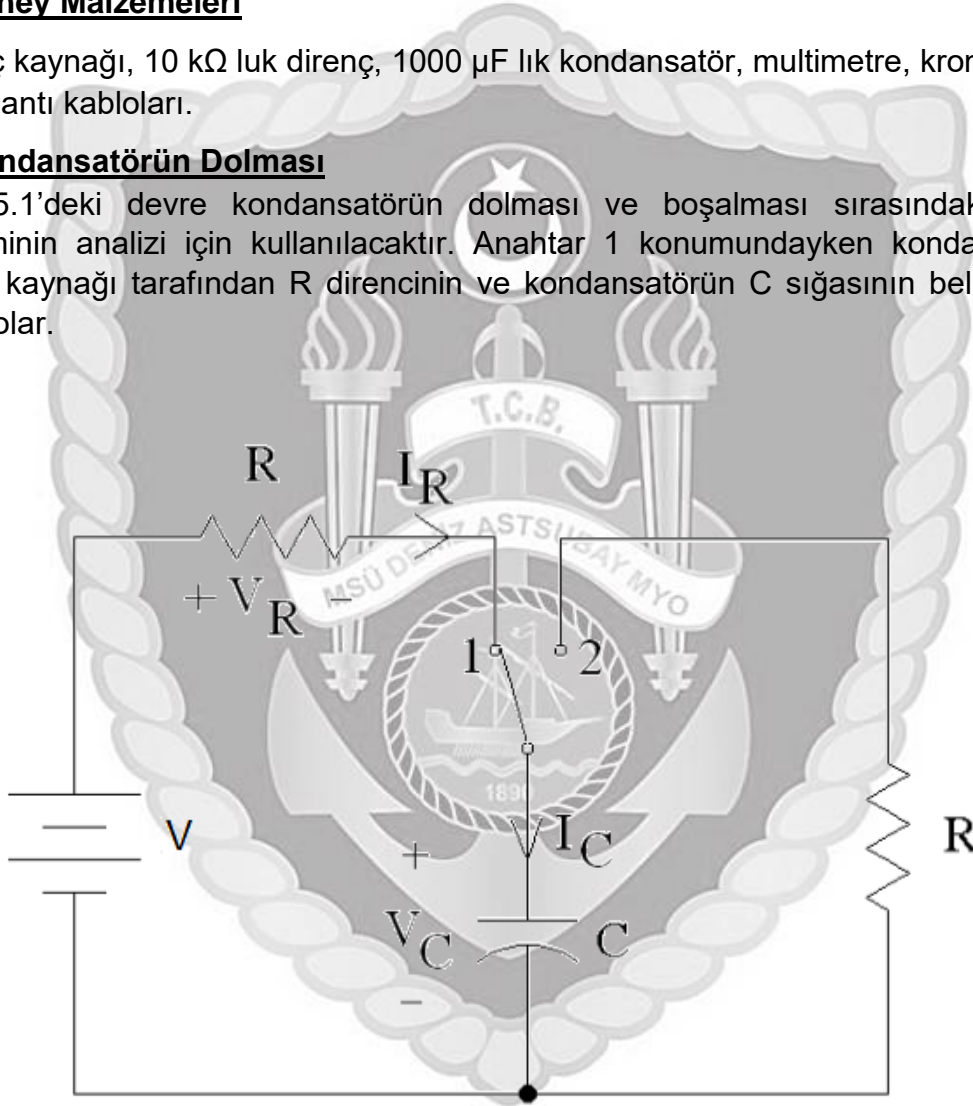
- Kondansatörün dolma ve boşalma durumlarının incelenmesi.
- RC devresinin zaman sabitinin bulunması.

#### 5.2 Deney Malzemeleri

DC güç kaynağı, 10 kΩ luk direnç, 1000 µF lık kondansatör, multimetre, kronometre ve bağlantı kabloları.

#### 5.3 Kondansatörün Dolması

Şekil 5.1'deki devre kondansatörün dolması ve boşalması sırasındaki gerilim değişiminin analizi için kullanılacaktır. Anahtar 1 konumundayken kondansatör V gerilim kaynağı tarafından R direncinin ve kondansatörün C sığasının belirleyeceği hızla dolar.



Şekil 5.1: Kondansatörün zamanla dolması.

Anahtarın 1 konumu için şu eşitlikler yazılabilir,

$$V = V_R(t) + V_C(t) \quad (5.1)$$

$$V = i(t)R + V_C(t) \quad (5.2)$$

Devrede direnç ve kondansatör seri bağlı olduğu için üzerlerinden geçen akım aynıdır. Enerjinin korunumundan,

$$V = iR + \frac{q}{C} \quad (5.3)$$

Burada akım  $i = \frac{dq}{dt}$  olduğundan,

$$V = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad (5.4)$$

elde edilir. Denklem 5.4 çözüldüğünde kondansatörde biriken yük,

$$q = CV \left(1 - e^{-t/RC}\right) \quad (5.5)$$

şeklindedir. Burada RC devrenin zaman sabiti olarak adlandırılır. Başlangıç zamanı  $t=0$  da yük  $q = 0$ ,  $t=\infty$  da  $q = q_0 = CV$  değerine ulaşır. Aynı şekilde kondansatör gerilimi de,

$$V_C(t) = V \left(1 - e^{-t/RC}\right) \quad (5.6)$$

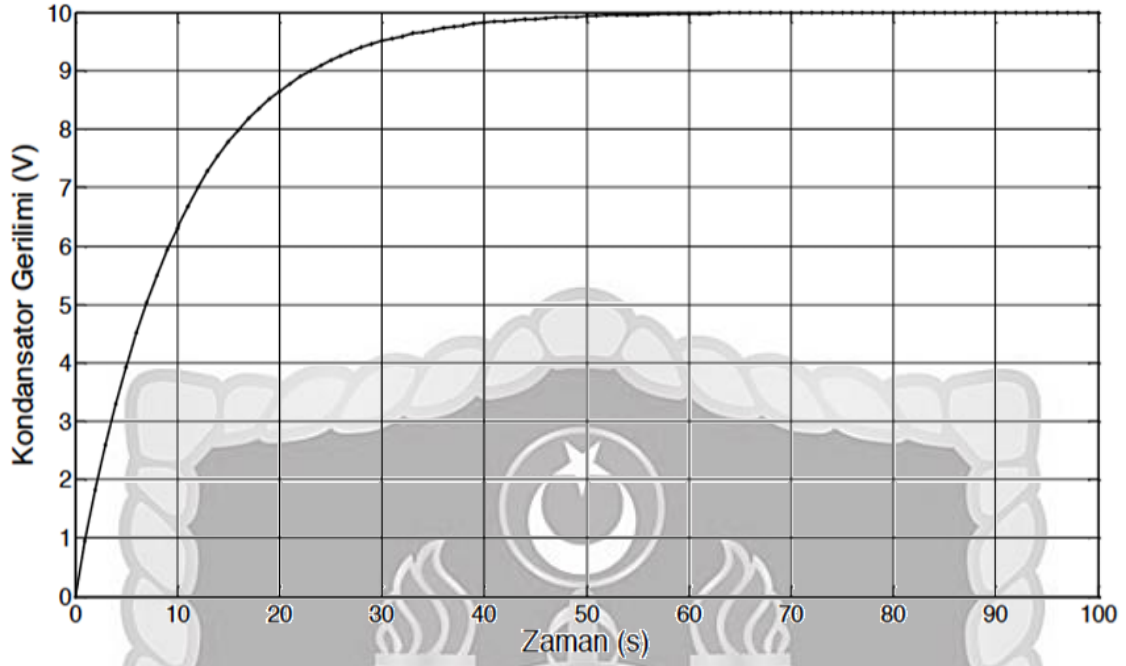
Akım değeri ise,

$$i = \frac{V}{R} \left(e^{-t/RC}\right) \quad (5.7)$$

İle ifade edilir. Burada  $\frac{V}{R} = i_0$  başlangıç anındaki akımdır. Yani başlangıçta boş olan ideal kapasitör, potansiyel fark sonucu akan akımla yavaş yavaş dolar ve belirli bir süre sonra kapasitör gerilimi  $V$  değerine ulaşacağından akım akmaz, kapasitör gerilimi bu değerde sabitlenir. Bir süre sonra akım değeri de sıfıra ulaşır. RC çarpımı devrenin "zaman sabiti" olarak adlandırılır ( $\tau = RC$ ) ve birimi saniyedir. Denklem (5.6)'da  $t = \tau$  için,

$$V_C(t) = V \left(1 - e^{-\tau/\tau}\right) = V \left(1 - e^{-1}\right) = 0.63V \quad (5.8)$$

bulunur. Yani, kapasitör boşken devreye bağlanırsa (2) saniye sonra kapasitör üzerindeki gerilim  $E$  değerinin 0,632 sine ulaşmış olacaktır. Yaklaşık dolmuş olduğu söylenebilir. Şekil 5.2'de kondansatörün dolma eğrisi gösterilmiştir.

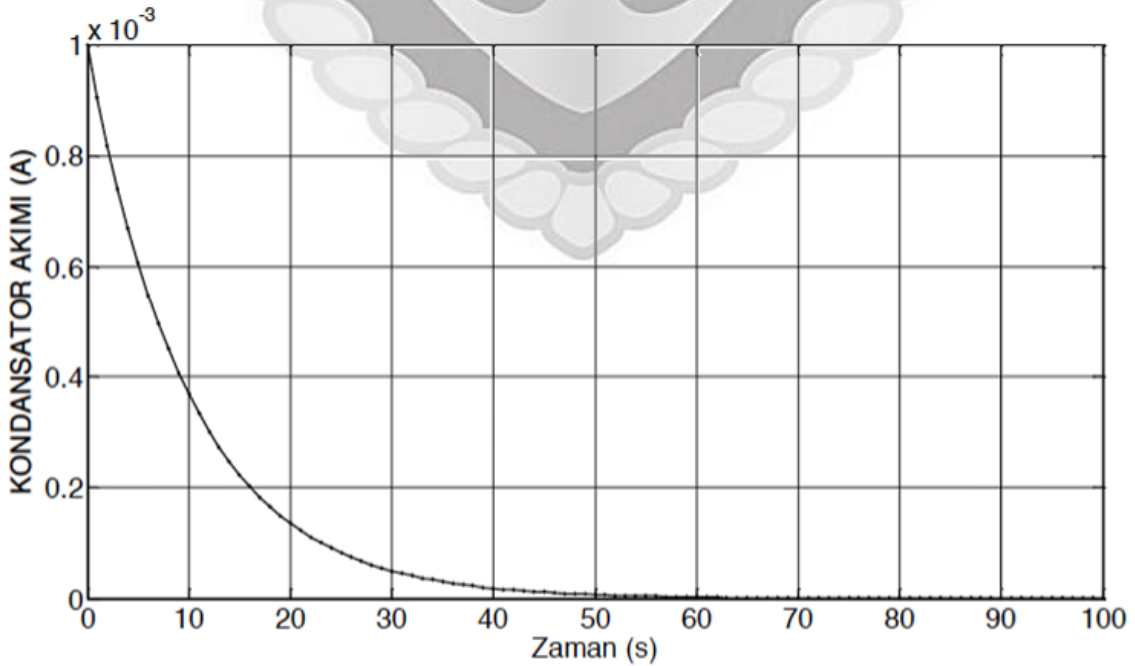


Şekil 5.2: Kondansatörün dolma eğrisi.

$V=10$  V,  $R=10$  k $\Omega$  ve  $C=1000$   $\mu$ F için kapasitörün gerilim değişimi şekilde verilmiştir. Bu değerler için zaman sabiti hesaplanırsa,

$$\tau = RC = 10s \quad (5.9)$$

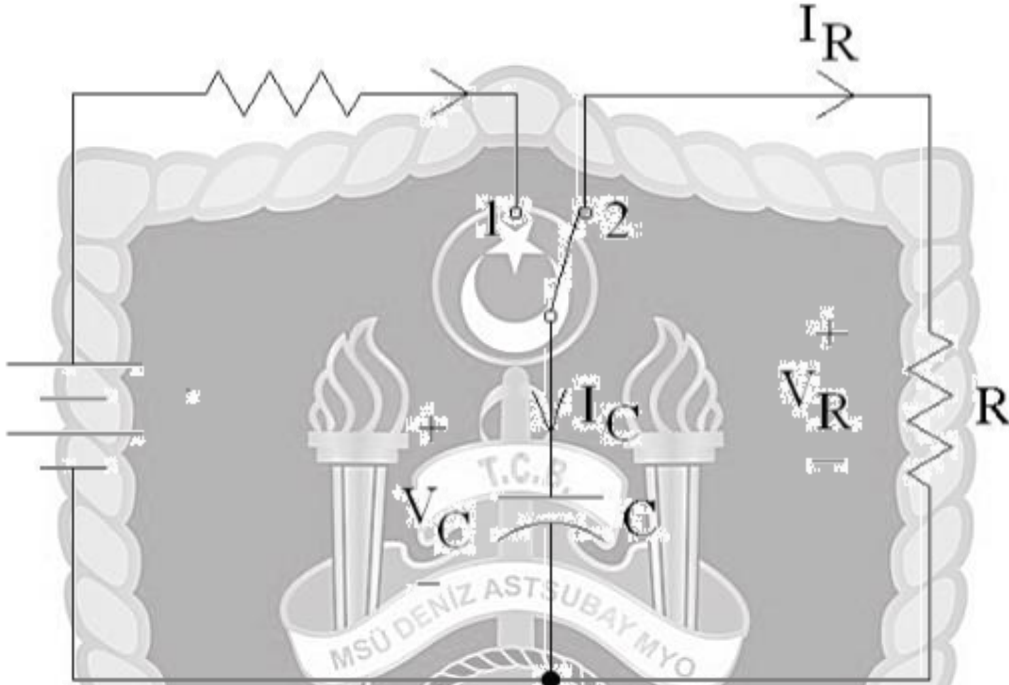
bulunur. Eğriye dikkat edilirse 10 s sonra kapasitör gerilimi 6.32 V gerilime ulaşmıştır. 50 saniye sonra kapasitörün 10 V gerilime ulaştığı söylenebilir. Akım değeri de denklem (5.7)'den  $t=0$  da  $i = i_0$ ,  $t=\infty$  da  $i = 0$  değerine ulaşır. Yani kondansatör dolu olduğunda üzerinden akım geçmez. Akım eğrisi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3: Kondansatörün dolma sırasında akımın zamanla değişimi.

#### 5.4 Kondansatörün Boşalması

Şimdi, daha önce  $V$  gerilimine kadar dolmuş olan kondansatörü, anahtarı 2 konumuna alarak  $R$  direnci üzerinden boşaltalım. Daha önceki elektrik alan sonucu kapasitörün üst tarafında birikmiş olan yükler  $R$  direncinin kapasitör plakaları arasında köprü olmasıyla iki tarafta dengelenir ve kapasitör boşalmış olur.



Şekil 5.4: Kondansatörün zamanla boşalması.

Bu defa  $R$  direnci üzerindeki gerilim ile  $C$  kondansatörü üzerindeki gerilim birbirini izleyerek azalacaktır. Kondansatör geriliminin değişimi,

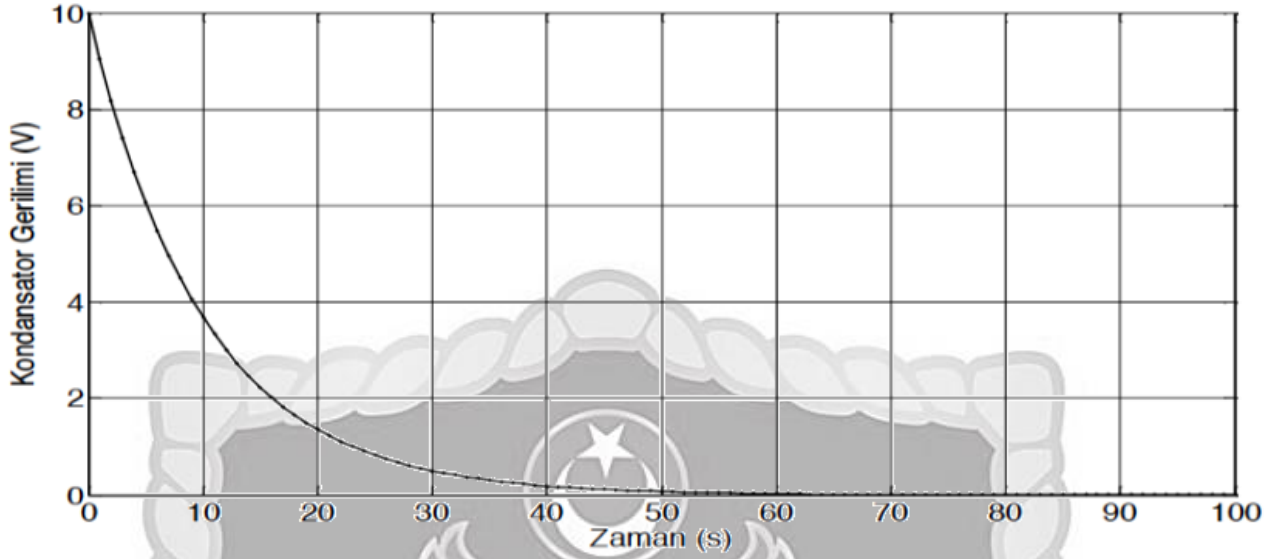
$$V_C(t) = V \left( e^{-t/RC} \right) \quad (5.10)$$

olacaktır. Eşitliği kontrol etmek gerekirse,  $V$  gerilimine kadar dolmuş olan kondansatörün boşalması için anahtarın 2 konumuna alındığı ana  $t=0$  dersek aşağıdaki gibi olur.

$$t = 0 \text{ için } V_C(0) = V \quad (5.11)$$

$$t = \infty \text{ için } V_C(\infty) = 0$$

olacaktır. Kondansatörün boşalma gerilimi Şekil 5.5'te gösterilmiştir.



Şekil 5.5: Kondansatörün boşalma sırasında geriliminin zamanla değişimi.

R direnci üzerinden geçen akım ise,

$$i = i_0 \left( e^{-t/RC} \right) \quad (5.12)$$

ile ifade edilir ve kondansatörün gerilimi gibi zamanla azalır sıfıra gider. Bu durum Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Denklem (5.11) eşitliğinin her iki tarafının doğal logaritması alınır,

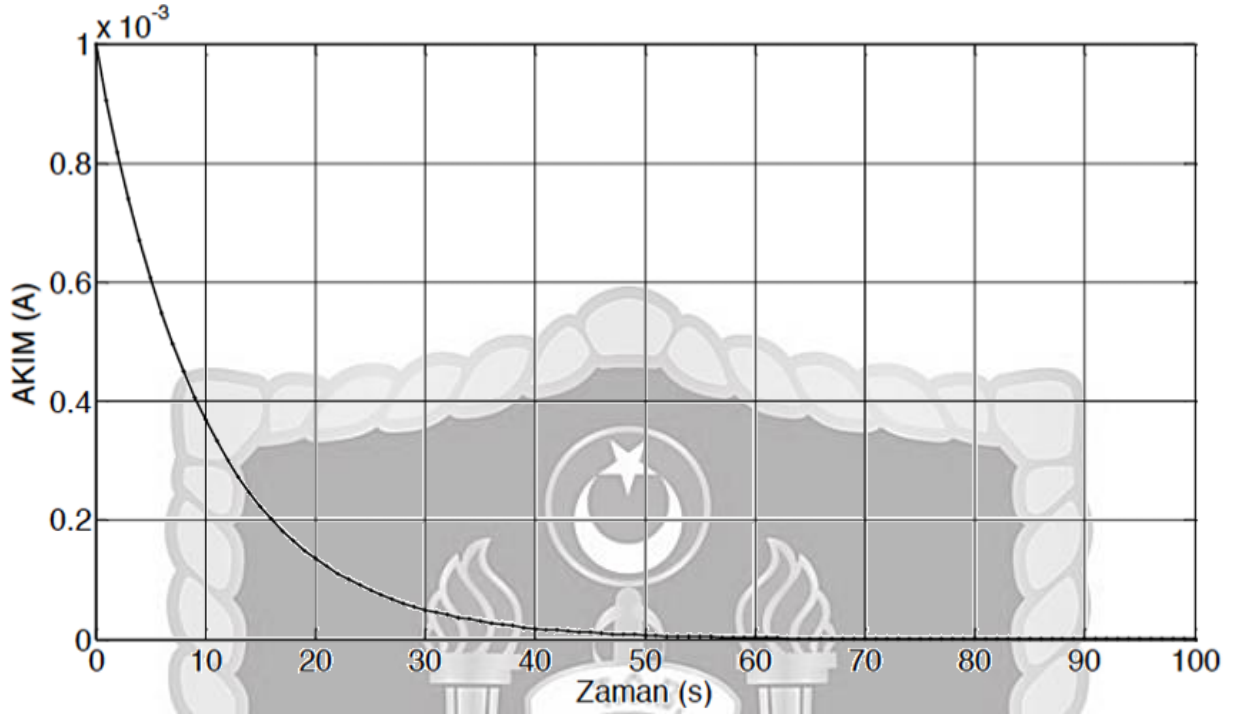
$$\ln i = \ln i_0 - \frac{1}{RC} t \quad (5.13)$$

elde edilir. Bu eşitlik "y=mx+n" formatında doğru denklemine dönüşür. Dolayısıyla  $\ln i - t$  grafiğinin eğimi  $-\frac{1}{RC}$  değerini verecektir.  $\ln i$  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,

$$-\ln i = +\frac{1}{RC} t - \ln i_0 \quad (5.14)$$

eşitliği kullanılması kolaylık sağlayacaktır.

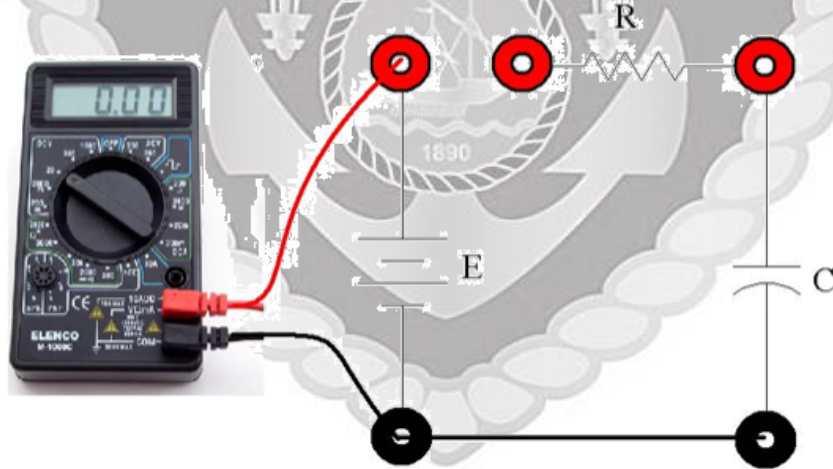




Şekil 5.5: Kondansatörün boşalma sırasında akımı zamanla değişimi.

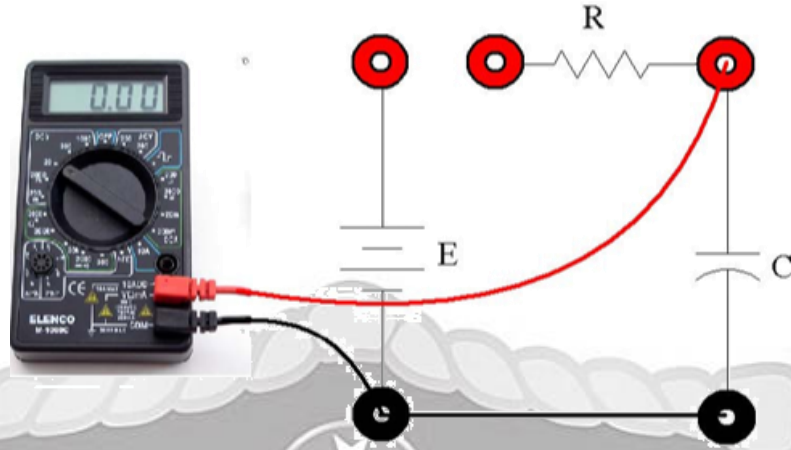
### 5.5 Deneyin Yapılışı

- Devreyi Şekil 5.6'daki gibi kurarak güç kaynağından verilen gerilimi ölçünüz.



Şekil 5.6: RC devresi.

- Multimetrenin ölçüm uçlarını şekildeki gibi değiştirerek  $t=0$  anında kapasitör üzerindeki gerilim  $V_C(t=0)$  gerilimini ölçünüz.



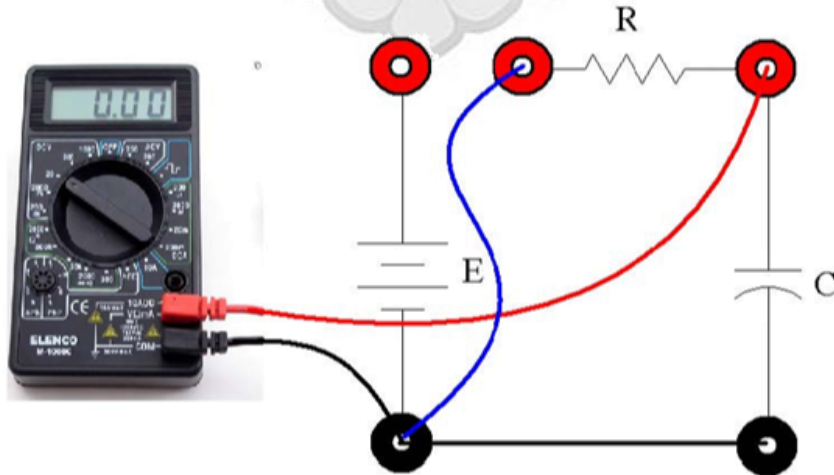
Şekil 5.7: RC devresi.

- Şekildeki bağlantıyı yaptığınız anda kronometreyi başlatarak 5 saniye aralıklarla kapasitör gerilimini ölçerek Tablo 1'i doldurunuz.



Şekil 5.8: RC devresi.

- Kronometreyi sıfırladıktan sonra bağlantıyı şekildeki gibi değiştirerek eş zamanlı olarak kronometreyi tekrar başlatınız ve kapasitör gerilimini yine 5 er saniye aralıklarla ölçerek Tablo 2'ye kaydediniz.



Şekil 5.9: RC devresi.

Elde edilen ölçüm sonuçlarıyla dolma ve boşalma sırasındaki kapasitör geriliminin zamanla değişimini grafik kağıdına çiziniz. Devrenin zaman sabitini grafikten bulunuz.

### Deney Raporu

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Tablo 1:** Kondansatör dolma sırasında gerilimin zamanla ölçülmesi.

Zaman (saniye)	Gerilim (volt)	Zaman (saniye)	Gerilim (volt)
5		50	
10		55	
15		60	
20		65	
25		70	
30		75	
35		80	
40		90	
45		100	

**Tablo 2:** Kondansatör boşalma sırasında gerilimin zamanla ölçülmesi.

Zaman (saniye)	Gerilim (volt)	Zaman (saniye)	Gerilim (volt)
5		50	
10		55	
15		60	
20		65	
25		70	
30		75	
35		80	
40		90	
45		100	

**Hata Hesabı:**



## DENEY 6

### 6. RC DEVRELERİ

#### 6.1 Amaç

- Transformatörün giriş ve çıkış geriliminin incelenmesi.

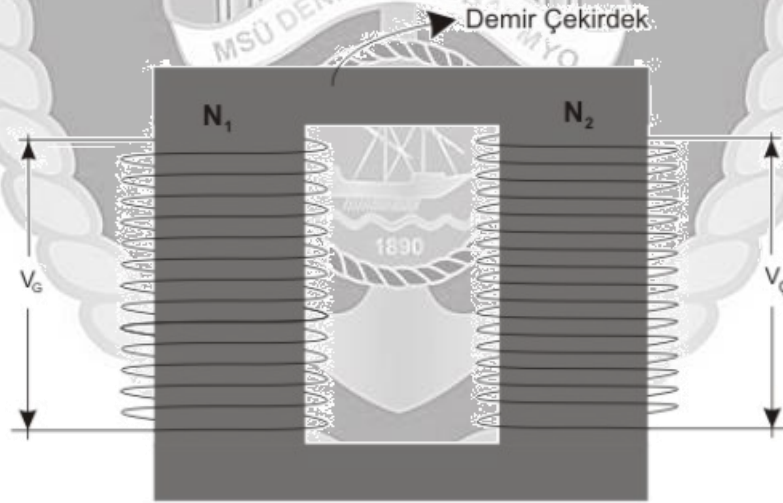
#### 6.2 Deneysel Malzemeleri

DC/AC güç kaynağı, farklı sarımlı bobinler, multimetre, trafo paneli, bağlantı kabloları, anahtar kutusu.

#### 6.3 Transformatör

Türkçe'ye Fransızca'dan girmiş olan transformatör sözcüğü "dönüştürücü" anlamına gelir. Transformatörler, bir elektrik akımının gerilimini, yani "voltaj" diye adlandırdığımız elektrik basıncını değiştiren aygıttır.

Transformatör, iki veya daha fazla elektrik devresini elektromanyetik indüksiyonla birbirine bağlayan bir elektrik aletidir. Bir elektrik devresinden diğer elektrik devresine enerjiyi elektromanyetik alan aracılığıyla naklederler. En basit halde, birbirine yakın konan iki sargıdan ibarettir (Şekil 6.1). Eğer bu iki sargı ince demir levhaların üzerine sarılmışsa buna demir çekirdekli transformatör denir. Eğer demirsiz plastik tüp gibi bir çekirdeğe sarılmışsa buna hava çekirdekli transformatör denir.



Şekil 6.1: Transformatör yapısı.  $N_1$  ve  $N_2$  sarım sayıları,  $V_G$  giriş gerilimi,  $V_C$  çıkış gerilimi (indüklenen gerilim).

Aynı çekirdek üzerinde fakat birbirinden elektriksel olarak yalıtılmış iki bobinden biri olan,  $N_1$  sarımlı bobine bir gerilim uygulanırsa, bir manyetik alan yaratılmış olur. Birinci bobinin yakınına konulan ikinci bobin bu manyetik alandan etkilenir. Birinci bobine uygulanan gerilim eğer alternatif gerilim olursa oluşan manyetik alanın büyüklüğü ve yönü, alternatif gerilimin frekansına bağlı olarak değişir.

$$i = i_0 \sin \omega t \quad (6.1)$$

Bu da ikinci bobinde indüklenmiş bir gerilim oluşmasına sebep olur. Oluşan bu indüklenmiş gerilimin sebebi manyetik akının zamana bağlı değişimidir ve 1830 'larda

Faraday tarafından bulunmuştur. Eğer manyetik alanın geçtiği yüzeyin alanı  $A$  ve manyetik alan vektörüne  $\vec{B}$  dersek, manyetik akı,

$$\Phi = \int \vec{B} d\vec{A} \quad (6.2)$$

şeklinde tanımlanır. Burada  $\Phi$  manyetik akıyı temsil eder.



Şekil 6.2: Bir yüzeyden geçen manyetik alan çizgileri.

Faraday Kanununa göre, eğer manyetik akıyı zamanla değiştirecek olursak, elektrik akımı oluşturmuş oluruz. Şekil 6.2'deki yüzeye bir devre bağlanırsa ve manyetik akı zamanla değiştirilirse, bu devrede indüklenmiş bir gerilimin (emk) oluşmasına sebep olur.

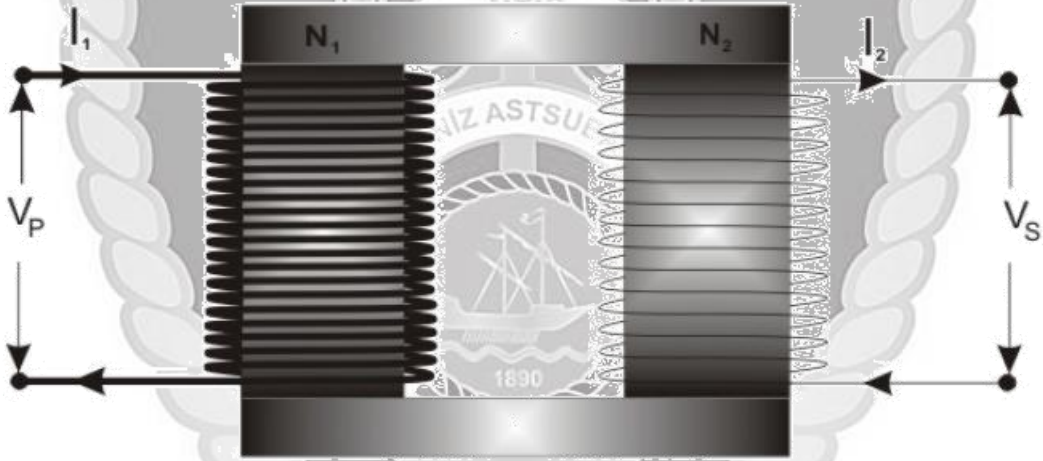
$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} \quad (6.3)$$

Burada bobinin sarıldığı demir çekirdek, manyetik alan etkisiyle manyetize olur ve böylece oluşan manyetik alan yoğunlaştırılmış olur. Demir manyetik özellikleri ve manyetik alanı yoğunlaştırması sebebiyle çok az enerji kaybı olur ve verim % 97 - 99,9 arasındadır. Transformatörde gerilim değişikliği, iki bobindeki sarım sayılarının farklı olmasıyla sağlanır. Güç kaynağına bağlanan bobine birincil sargı (primer), akım çıkış bobine (sekonder) denir. Genel olarak transformatörler bir elektrik devresinde gerilimi ya da akımı yükseltmek veya düşürmek için kullanılırlar. Transformatörün girişine uygulanan gerilimi ya da akımı yükseltmesi veya düşürmesi sarım sayılarına bağlıdır. Gerilim yükseltici transformatörlerde, ikincil bobinin sarım sayısı birincil bobinin sarım sayısından fazladır ve çıkış gerilimi (akımın transformatörden çıkarkenki voltajı) giriş geriliminden yüksektir. Gerilim düşürücü transformatörlerde ise, ikincil sargının sarım sayısı birincil sargıdan daha azdır, çıkış gerilimi de giriş geriliminden daha düşüktür.

Eğer ikincil sargının sarım sayısı, birincil sargının sarım sayısının 40 katıysa, çıkış gerilimi de giriş geriliminin 40 katı olur. Birincil bobine uygulanan alternatif akımın değeri de aynı oranda düşer. Bunun nedeni, transformatörün aldığı güçten daha fazlasını verememesi ve elektirik gücünün akım (birim zamanda akan elektirik miktarı) ile gerilimin çarpımına eşit olmasıdır.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1} \quad (6.4)$$

Yüksek gerilimlerde, yükseltme ya da düşürme sırasında, manyetik alanın zamanla değişimi nedeniyle demir çekirdek ısınır ve bu ısınmadan dolayı gerilim transferi sırasında bir güç kaybı gerçekleşir. Bunu minimuma indirmek için çekirdek tek parça döküm olarak değil, ince levhaların üst üste konulması şeklinde yapılır. Deney setimizde kullanılan gerilim değerleri küçük olduğundan çekirdek tek parça döküm olarak tasarlanmıştır.

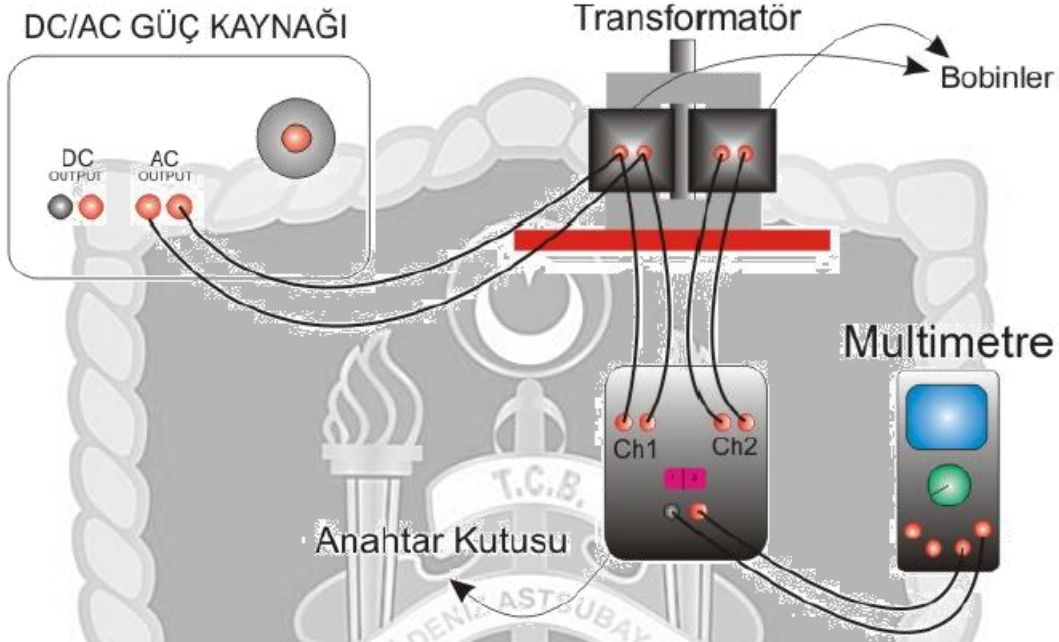


**Şekil 6.3:** Yüksek amperli gerilim bobininin sarım sayısı  $N_1$  ve uygulanan gerilim  $V_p$ , düşük amperli gerilim bobininin sarım sayısı  $N_2$  ve indüklenen gerilim  $V_s$  dir.

İki bobin için kullanılan teller farklı kalınlıklardadır ve daha yüksek amperli akımı taşıyan tel daha kalındır (Şekil 6.4). Enerji santrallerindeki üreteçlerin ürettiği elektrik akımının şiddeti (miktarı) yüksek, gerilimi düşüktür. Eğer elde edilen bu enerji, bu değerleriyle doğrudan evlere ve sanayi kuruluşlarına iletelseydi, bunu taşıyacak tellerin kesit alanının büyük olması gerekirdi ve bu da pahalı olurdu. Dahası, eğer elektrik uzun mesafelere yüksek gerilim ve düşük akım şiddetinde gönderilirse, enerji iletim hatlarındaki dirençten kaynaklanan ısınma etkilerinin yol açacağı enerji kaybı daha az olur. Bu nedenle elektrik santrallerinde elde edilen elektrik akımı, enerji iletim hatlarına verilmeden önce yükselteci transformatörlerden geçirilerek gerilimi yüzbinlerce volt düzeyine çıkarılır ve böylece şiddeti çok aşağılara düşürülür. Enerji iletim hatları boyunca yer alan elektrik dağıtım istasyonlarındaki gerilim düşürücü transformatörlerde gerilim, ağır sanayi, elektrikli demiryolları, hafif sanayi, hastaneler, mağazalar ve evlerce istenen çeşitli düzeylere göre birkaç kez düşürülür.

#### 6.4 Deneyin Yapılışı

Devre bu şekilde kurulduğunda sekonder bobinin uçları açık durumdadır. Çünkü bağlanan multimetre voltmetre olarak kullanıldığında sonsuz iç dirence sahiptir ve açık uçmuş gibi davranır.



Şekil 6.4: Giriş ve çıkış gerilimlerinin ölçülmesi devresi.

- Şekil 6.4'te görülen devreyi kurunuz.
- DC/AC Güç kaynağını en düşük konuma getirerek açınız.
- Multimetreyi uygun skalaya getiriniz (Deneyin bu kısmında gerilim okunacaktır. Okunan gerilimin alternatif olduğunu unutmayınız).
- Güç kaynağının üzerindeki ayar düğmesinden faydalanarak giriş gerilimini 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 V değerlerine ayarlayınız.
- Anahtarı "1" konumuna getirerek "CH1" girişinden giriş gerilimini multimetreden okuyarak Tablo 1'e kaydediniz. (Anahtar kutusundaki anahtar "0" konumundayken herhangi bir yeri okumaz. Anahtar hangi tarafa basılırsa, basılı olan taraftaki uçlar arasındaki potansiyel farkı gösterir).
- Sarım sayıları oranını  $\frac{N_1}{N_2}$  hesaplayınız.
- Giriş gerilimini, sarım sayıları oranına bölerek beklenen çıkış gerilimi değerini hesaplayınız.
- Anahtarı "2" konumuna getirerek "CH2" girişinden çıkış gerilimini multimetreden okuyunuz.
- Beklenen çıkış gerilimi değeriyle 8. madde de okunan çıkış gerilimi değerini karşılaştırınız.
- Ölçüm sırasında yapılan hata oranını hesaplayınız.
- Aynı işlemleri farklı primer ve sekonder bobinler için tekrarlayınız.



**Dikkat:**

- Bobinler yerleştirilirken yüksek akımın geçeceği bobinin telinin kalın olmasına özen gösteriniz.
- Yükseltici transformatör ( $N_2 > N_1$ ) tasarlandığı zaman sekonder bobinden çıkacak gerilimin 60 voltu geçmemesi gereklidir. Aksi takdirde yaralanmalara sebep olabilir.
- Transformatör çekirdeğinin kapağını düzgün şekilde yerleştiriniz ve iyice sıkınız.

**Deney Raporu**

Adı ve Soyadı:	_____
Bölüm:	_____
Öğrenci No:	_____
Tarih:	_____

**Tablo 1:** Transformatör yüksüz durumdayken giriş ve çıkış gerilimlerinin okunması.

$N_1 = \dots\dots\dots$		$N_2 = \dots\dots\dots$		$N_1/N_2$ (teorik) = $\dots\dots\dots$	
$V_p$ (volt)		$V_s$ (volt)			
		Ölçülen		Hesaplanan	
2					
4					
6					
8					
10					
12					
14					
Hata oranı (%) = $\dots\dots\dots$					

**Hata Hesabı:**