



ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ
DERS NOTU



ELEKTRİK VE MANYETİZMA LABORATUVARI



Kehribardan mikroişlemcilere bir yolculuk...

İKİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ

2009 yılında Arş. Gör. İlker ÖZŞAHİN, Ayşe BOZDUMAN ve Ali ÇETİNKAYA tarafından hazırlanan Elektrik ve Manyetizma Laboratuvarı deney föyü tekrar gözden geçirilerek düzenlenmiştir. Laboratuvar dersini alan öğrencilerin daha kolay anlayacağı ve kullanacağı şekilde ikinci baskı hazırlanmıştır. Deneylerin amacı öğrencilerin teorik olarak gördükleri konuları deneyerek gözlemlerini sağlamak, olası hata kaynaklarına dikkat çekmektir.

Föylerin yeniden hazırlanması Prof. Dr. Ayşe POLATÖZ koordinatörlüğünde Fizik Bölümünün bütün öğretim elemanlarının katkısı ile yapılmıştır. Bu föylerin tamamı ilgili bölümden sorumlu öğretim elemanları tarafından ayrıca İngilizceye de çevrilmiştir. En sonunda bütünlüğü sağlamak açısından bütün deney föyleri Metin ÖZDEMİR tarafından okunarak gerekli düzenleme ve düzeltmeler yapılmıştır.

Adana, Şubat 2021

Prof. Dr. Metin ÖZDEMİR

ÖNSÖZ

Temel bilimlerin deneysel çalışma olmadan gerçeklik kazanması düşünülemez. Fizik öğrenmek, doğayı anlamak, ancak deneylerle mümkündür. Fizikteki kuramları test etmenin bir yolu da deney yapmaktır. Deney, ayrıca bilimi geliştiren temel unsurlardan birisidir.

Elektrik ve Manyetizma laboratuvarı birinci sınıf öğrencilerinin alması gereken ikinci fizik laboratuvarıdır. Bazı deneyler gösteri deneyi şeklinde ve günlük yaşantınızdan örneklerle dolu olacak, böylece temel fizik yasalarını öğrenerek öğreneceksiniz.

Yapacağımız deneylerde birçok elektronik ölçüm aletleri, devre elemanları ve elektriksel güç kaynakları kullanacaksınız. Bu nedenle hem deney araç ve gereçlerini özenli kullanmanız, hem de bu deney aletlerinin sizden sonra gelecek öğrencilere sağlam bir şekilde devretmeniz büyük önem taşımaktadır. Dersten yüksek verim almak için bilinçli deney yapmak çok önemlidir. Yapacağınız deney için mutlaka ön çalışma konusunu okuyup gelmeniz ve konu ile ilgili soruları yanıtlamak için çeşitli kaynaklardan faydalanarak hazırlık yapmanız gerekmektedir. Deneyi sadece aletlerle değil, mutlaka akıl ve mantığınızla, düşünerek yapınız.

Fiziksel kavramları bilincinize yerleştirdikçe ve yasalar arasında bağlantı kurmaya başladıkça, çevrenizde olup biten doğal ve yapay olayları yorumlayabildiğinizi ve bunun size ne kadar büyük bir zevk verdiğini keşfedeceksiniz. İşte o zaman fen okuryazarı olacak ve öğrendiğiniz, öğreneceğiniz, yaptığınız ve yapacağınız şeylere değer vereceksiniz.

Adana, Şubat 2009

Prof. Dr. Yüksel UFUKTEPE

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
EMEĞİ GEÇENLER	4
ELEKTRİK VE MANYETİZMA LABORATUARINA GİRİŞ	
Elektrik ve Manyetizma Laboratuvarında Uyulması Gereken Kurallar	5
Ölçme, Belirsizlik (hata), Hassasiyet ve Anlamlı Rakamlar	6
Grafik Çizme	10
Hesap Makinesi Kullanımı	12
Kullanılacak Güç Kaynakları ve Ölçüm Aletlerine Giriş	13
1. DENEY: VAN DE GRAAFF JENERATÖRÜ VE YÜK KAVRAMI	
2. DENEY: AC – DC DALGALARININ OSİLOSKOP YARDIMIYLA İNCELENMESİ	
3. DENEY: EŞ POTANSİYEL EĞRİLERİ	
4. DENEY: DİRENÇLERİN OKUNMASI VE OHM YASASI	
5. DENEY: DİRENÇLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI	
6. DENEY: KONDANSATÖRLERİN ŞARJ VE DEŞARJ EDİLMESİ	
7. DENEY: WHEATSTONE KÖPRÜSÜ	
8. DENEY: AKIM TERAZISI	
9. DENEY: FARADAY İNDÜKSİYON YASASI VE TRANSFORMATÖRLER	

EMEĞİ GEÇENLER:

Deney Adı	Sorumlu Öğretim Üyesi	Görevli Arş.Gör./Öğr.Gör.
Giriş	Prof.Dr. Faruk KARADAĞ	Arş.Gör.Dr. Gönül AKÇA
Van De Graaff Jeneratörü ve Yük Kavramı	Prof.Dr. H. Mustafa KANDIRMAZ	Arş.Gör.Dr. Gönül AKÇA
AC – DC Dalgalarının Osiloskop Yardımıyla İncelenmesi	Prof.Dr. Mustafa TOPAKSU	Arş.Gör.Dr. Doğan ÖZASLAN
Eş Potansiyel Eğrileri	Prof.Dr. Süleyman ÇABUK	Arş.Gör.Dr. Gizem ÇETİN
Dirençlerin Okunması ve Ohm Yasası	Prof.Dr. Cebail GÜMÜŞ	Öğr.Gör. Emrumiye ARLI
Dirençlerin Seri ve Paralel Bağlanması	Prof.Dr. Mehmet KARAKILÇIK	Öğr.Gör. Emrumiye ARLI
Kondansatörlerin Şarj ve Deşarj Edilmesi	Doç.Dr. Berrin USLU ÖZDEMİR	Arş.Gör. Volkan ALTUNAL
Wheatstone Köprüsü	Doç.Dr. Mehmet YÜKSEL	Arş.Gör.Dr. Sibel AKÇA ÖZALP
Akım Terazisi	Dr.Öğr.Üyesi M. Zeki KURT	Arş.Gör.Dr. Gizem ÇETİN
Faraday İndüksiyon Yasası ve Transformatörler	Dr.Öğr.Üyesi Şadi YILMAZ	Öğr.Gör. Emrumiye ARLI

1. Elektrik ve Manyetizma Laboratuvarında Uyulması Gereken Kurallar

1. Her deneyin başında deney ile ilgili bilgiler verildiğinden laboratuvar dersine zamanında katılmak önemlidir. Derslere, başlangıç saatinden 15 dakikadan daha geç gelen öğrenciler, o laboratuvar çalışmasına alınmaz.
2. Her öğrenci çeşitli şekillerde (internette, ders saatinde, panolarda vs.) öğrencilere ilan edilecek gruplarla birlikte derslere katılmalıdır. Önemli bir gerekçe olmadığı sürece grup değişikliği yapılmaz.
3. Öğrenciler laboratuvar ders notlarına fizik bölümünün internet sayfasından (<http://fizik.cu.edu.tr>) ulaşabilirler. Öğrenciler laboratuvara gelirken yapacağı deneye ait ders notlarının çıktısını getirmekle yükümlüdür. Ders notları olmayan öğrenciler söz konusu laboratuvar dersine kabul edilmez.
4. Öğrencilerin devamsızlıkları, bir dönemdeki toplam deney saatlerinin %20'sinden fazla olamaz. Mazeretsiz olarak %20'den fazla devamsızlık yapan öğrenciler laboratuvar dersinden veya dersin laboratuvar kısmından devamsızlık nedeniyle başarısız sayılırlar.
5. Her öğrenci o gün yapacağı deneyi kavrayabilmek, deneyi sağlıklı ve hızlı bir şekilde yapabilmek için laboratuvara hazırlıklı gelmelidir. Föyünüzde o haftaki deneyle ilgili “Ön Çalışmalar” kısmını okuyup size yönlendirilen soruları doldurmanız gerekir. Her hafta yapacağınız deneylerle ilgili olarak derse başlamadan önce küçük bir sınav (quiz) yapılacaktır. Doldurduğunuz ön çalışmalar kısmı ve yapılan sınav her deneyin başında laboratuvar görevlileri tarafından kontrol edilir ve o deneye ait rapordan alacağınız nota belirli oranlarda etki eder.
6. Öğrencilerin dönem sonunda alacağı ders notuna, deney başlangıcında yapılacak küçük sınavlar, deney esnasındaki performansı, deney rapor notları, ara sınav notu ve dönem sonunda yapılacak final sınavı notu belirli oranlarda etki edecektir. Bu oranlar dönem başında laboratuvar görevlileri tarafından sizlere duyurulacaktır. (**Önemli Not:** Deneyleri dersin parçası olarak alan öğrencilerin değerlendirilmesi farklı olacaktır. Bu öğrenciler için dersin lab kısmı için ara sınavı ve final sınavı yapılmayacaktır. Sadece küçük sınavlar ve lab raporlarından alınan notlar kullanılarak devamı sağlayanlar için dönem sonu notu hesaplanacaktır. Bu not belirli bir değer altında ise öğrenci dersin teorik kısmından aldığı notlara **bakılmaksızın** bu dersten başarısız sayılacaktır.)
7. İlk ders saatinde, dönem boyunca kullanacağınız deney araç ve gereçlerinin kullanım amacı ve nasıl kullanılacağı sizlere gösterilecektir. Deneylerde, elektrik gerilimi küçük ve çabuk zarar görebilen devre elemanları ve hassas düzenekler mevcuttur. Bu nedenle kullanacağınız deney aletlerine zarar vermemek için, deney düzeneğini dikkatli bir şekilde kurduktan sonra devreye güç vermeden laboratuvar görevlilerine devreyi kontrol ettirmeniz çok önemlidir.
8. Her öğrenci deneyi bitirdikten sonra deney föyünde bulunan rapor kısmını ders saati içinde dolduracak ve ders saati sonunda laboratuvar görevlilerine teslim edecektir. Bu nedenle her öğrencinin deneye gelirken o deneyle ilgili getirmesi gereken hesaplama ve ölçüm araçlarını yanında bulundurması gerekir.
9. Laboratuvar görevlileri tarafından gerekli görülürse, belirlenen bir günde belirli sayıda deney için, mazeretli öğrencilere telafi hakkı verilir.

2. Ölçme, Belirsizlik (hata), Hassasiyet ve Anlamli Rakamlar

Etrafımızdaki dünyayı anlamak için yapılan araştırmalarda bilim insanları ölçülebilen fiziksel nicelikler arasındaki ilişkiyi bulmak ister. Ölçümler fiziğin önemli bir kısmıdır fakat hiçbir ölçüm mutlak kesinlikte değildir. Her ölçüme bağlı belirsizlikler vardır. Belirsizlik, ölçümü yapan kişinin hatası, ölçüm aletinin hassasiyetinin sınırlı olması, çevre koşulları gibi bir çok farklı nedenden kaynaklanabilir.

Örneğin bir tahta parçasının genişliği ölçülürken, en küçük bölmesi 1 mm olan bir cetvel kullanılıyorsa, sonucun ancak 1 mm kadar duyarlı olduğu iddia edilebilir. Tahtanın genişliği 5.6 cm olarak bulunduğunda, sonuç 5.6 ± 0.1 cm olarak ifade edilebilir. Buradaki 0.1 belirsizliktir. Bunun anlamı, genişlik 5.5 cm ile 5.7 cm arasında bir değere sahiptir demektir.

Bazı durumlarda ölçülen değerdeki belirsizlik açıkça belirtilmemiş olabilir. Bu durumda belirsizliğin genellikle en son basamaktaki bir veya birkaç birime eşit olduğu varsayılır. Örneğin uzunluk 5.6 cm olarak verilmişse, belirsizliğin 0.1 cm veya 0.2 cm olduğu farz edilebilir. Eğer 5.6 yerine 5.60 yazılmışsa bu belirsizliğin 0.01 cm olduğu anlamına gelir. Yani gerçek değer 5.5 ile 5.7 arasında olduğu bilinmesine rağmen, onun muhtemelen 5.59 ile 5.61 arasında olduğu ifade edilmiş olur. Bir sayının, güvenilirliği bilinen rakamlarının sayısı, anlamlı rakam sayısı olarak adlandırılır.

Örnekler

5327 sayısında, 4 anlamlı rakam vardır

0.035 sayısında, 2 anlamlı rakam (soldaki sıfırlar sayılmaz)

50.0 sayısında, 3 anlamlı rakam vardır (sağdaki sıfırlar ise sayılır).

2.1 Hesaplamalarda anlamlı rakamlar

Ölçüm ya da hesap yaparken en son hesaplanan değerde, kullanılan sayılarda geçerli olandan daha fazla anlamlı rakam bulundurma isteğinden kaçınılmalıdır. Bu yüzden hesaplama yaparken belirsizliklerin ayrıntılı bir biçimde düşünülmediği durumlarda kaba olarak geliştirilmiş genel bir kural vardır.

- Çarpma ya da bölme işlemi yapılırken sonuçtaki anlamlı rakam sayısı yapılan hesaplamada kullanılan **en az anlamlı rakama sahip olan sayının** kadar olmalıdır.
- Toplama ve çıkarma işlemlerinde sonuçtaki ondalık basamak sayısı toplamdaki herhangi bir terimin **en küçük ondalık basamak sayısına** eşit olmalıdır.

Alıştırma 1: Örneğin dikdörtgen biçimindeki tarlanın çevresini ve alanını ölçmek istediğimizi varsayalım. Tarlanın uzun kenarı 38.44 m, kısa kenarı ise 19.5 m olsun. İlk olarak çevresini hesaplayalım.

$$\text{Çevre} = 38.44 + 38.44 + 19.5 + 19.5 = 115.88 \text{ m}$$

Bu cevaptaki hassasiyet 0.01 m'dir. Fakat gerçek cevabın 0.01 m hassasiyette olmadığı açıktır çünkü hesaplamada daha az hassasiyete sahip sayılar kullanılmıştır. Cevabın en fazla 0.1 m veya 0.2 m belirsizlikle 115.9 olduğunu söyleyebiliriz. Şimdi bu tarlanın alanını hesaplayalım.

$$\text{Alan} = 38.44 \times 19.5 = 749.58 \text{ m}^2$$

Elde edilen sonuçta beş adet anlamlı rakam vardır. Çarpılan sayıların birinde dört, diğerinde ise üç anlamlı rakam bulunmaktadır. Bu sayı, anlamlı rakamlarla çarpma işlemi kuralı hatırlanarak, en fazla üç anlamlı rakama sahip olmak üzere 750'ye *yuvarlanmalıdır*.

2.2 Yuvarlama

Yuvarlama, en küçük anlamlı sayının sağındaki sayı beşe eşit veya beşten büyükse en küçük anlamlı rakamın değeri bir artırılır. Örneğin, anlamlı rakam sayısı iki olacak şekilde 7.54 sayısı yazılmak istenirse, 4 sayısı atılarak 7.5 yazılır. Eğer 7.55 sayısı iki anlamlı rakama sahip olacak şekilde yazılmak istenirse yuvarlanarak 7.6 yazılır.

2.3 Doğruluk ve Hassasiyet

Doğruluk genel olarak ölçülen değer gerçeğe ne kadar yakın olduğunun bir ölçüsüdür. Hassasiyet ise aynı şartlar altında tekrarlanan bir ölçümde ölçülen değerlerin birbirlerine ne kadar yakın olduklarının bir ölçüsüdür. Bu iki kavram sık sık karıştırılır ve her ne kadar bazen aynı anlamda kullanılırsa da ikisi aynı şey değildir. Bir ölçümün hassas olması sonucun doğru olduğunu göstermez. Bir ölçüm doğru olabilir, hassas olabilir, hem doğru hem hassas olabilir veya her ikisi de olmayabilir.

Soru 1: 4.5 cm ve 3.25 cm'lik kenarlara sahip bir dikdörtgenin alanı hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

a) 14.625 cm^2

b) 14.63 cm^2

c) 14.6 cm^2

d) 15 cm^2

2.4 Bilimsel Gösterim

Yaygın olarak sayılar 10'un kuvveti olarak yazılır, buna bilimsel gösterimle yazma denir. Örneğin 36,900 sayısı 3.69×10^4 olarak, 0.0021 sayısı ise 2.1×10^{-3} olarak yazılır. Bilimsel gösterimin bir avantajı, anlamlı rakam sayısını açıkça ifade etmesidir. 36,900 sayısının kaç anlamlı rakama sahip olduğu açık değildir. 10'un kuvvetleri şeklinde yazılırsa bu belirsizlikten kurtulmak mümkün olabilir. 3.69×10^4 sayısının 3 tane, 3.690×10^4 sayısının da 4 tane anlamlı rakamı vardır.

Soru 2: Aşağıdaki sayıların her birini bilimsel gösterimle yazınız ve anlamlı rakam sayılarını belirtiniz.

a) 0.0258 =

b) 42,300 =

c) 344.50 =

Alıştırma 2: Şimdi kenar uzunlukları $a = 3.1$ cm, $b = 119.2$ cm ve $c = 0.5$ cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir cismin yüzey alanları toplamını ve hacmini hesaplayalım.

$$\begin{aligned}a &= 3.1 \text{ cm} & (2 \text{ anlamlı rakam}) \\b &= 119.2 \text{ cm} & (4 \text{ anlamlı rakam}) \\c &= 0.5 \text{ cm} & (1 \text{ anlamlı rakam})\end{aligned}$$

Not: Anlamlı rakam sayısını elde etme işlemini, üç çarpma işlemini yaptıktan sonra çarptığınız üç sayı arasında en az anlamlı rakama sahip olan sayının anlamlı rakam sayısına göre yapınız.

Önce prizmanın hacmini hesaplayalım:

$$V = 3.1 \times 119.2 \times 0.5 = 369.52 \times 0.5 = 184.76 \text{ cm}^3 \text{ (5 anlamlı rakam)}$$

Çarpılan sayılar içinde en az anlamlı rakama sahip sayı sadece 1 anlamlı rakama sahiptir, bu nedenle sonuç 1 anlamlı rakam içermelidir ve buna uygun yuvarlama yapılmalıdır; 184.76 sayısında “1” rakamından bir önceki rakam (8), 5’ten büyük olduğu için “1” rakamı “2” rakamına yuvarlanır. Sayının değerini korumak için, sayı 1 anlamlı rakam içerecek biçimde üstel şekilde yazılır. Sonuç $V = 2 \times 10^2 \text{ cm}^3$ olur. Şimdi yüzey alanlarının toplamını hesaplayalım:

$$YA = 2(ab+bc+ac);$$

$$a \times b = 3.1 \times 119.2 = 369.52 \text{ (5 anlamlı rakam)} ; a \times b = 3.6 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı rakam)}$$

$$b \times c = 119.2 \times 0.5 = 59.6 \text{ (3 anlamlı rakam)} ; b \times c = 0.6 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (1 anlamlı rakam)}$$

$$a \times c = 3.1 \times 119.2 = 369.52 \text{ (5 anlamlı rakam)} ; a \times c = 3.7 \times 10^2 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı rakam)}$$

$$YA = 2(3.6 \times 10^2 + 0.6 \times 10^2 + 3.7 \times 10^2) = 1.6 \times 10^3 \text{ cm}^2 \text{ (2 anlamlı rakam)}$$

Böyle işlemlerde toplama yapabilmek için 10’un kuvveti şeklindeki çarpanlar aynı olmalı. Ayrıca bir sayı sabit bir sayıyla çarpılırsa, anlamlı rakam sayısı değişmez.

2.5 Birimler ve SI Birim Sistemi

Fizik yasaları temel büyüklükler cinsinden ifade edilir. Ölçme; birim kullanılarak bir büyüklüğün rakamlarla ifade edilmesidir. Bütün fiziksel ölçümleri tanımlamak için gerekli sadece 7 temel fiziksel temel birim vardır. Bunlar Tablo 1’de gösterilmiştir. Tablo 2’de ise bu laboratuvara özgü kullanılacak olan türetilmiş birimler verilmektedir. Bugün dünyada kullanılan iki temel ölçüm sistemi vardır. Bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılan Uluslararası Birim Sistemi (Fransızca: *Système international d’unités*, kısaca SI/MKS)’dir. Temel olarak Birleşik Devletlerde kullanılan ikinci sistem İngiliz Sistemidir (CGS).

Tablo 1. Temel Fiziksel Nicelikler

NİCELİK	SEMBOL	BİRİM
Uzunluk	l	Metre (m)
Zaman	t	Saniye (s)
Kütle	m	Kilogram (kg)
Elektrik Akımı	I	Amper (A)
Sıcaklık	T	Kelvin (K)
Madde Miktarı	n	Mol (mol)
Işık Şiddeti	I	Kandil (cd)

Tablo 2. Türetilmiş Bazı Nicelikler

NİCELİK	SEMBOL	BİRİM
Frekans	f	Hertz (Hz)
Hız	v	Metre/Saniye (m/s)
Kuvvet	F	Newton (N)
Akım Yoğunluğu	J	Amper/Metrekare (A/m ²)
Elektriksel Potansiyel	V	Volt (V)
Elektriksel Direnç	R	Ohm (Ω)
Elektrik Yükü	Q	Coulomb (C)
Sığa (Kapasitör)	C	Farad (F)
İndüktör	L	Henry (H)
Güç	P	Watt (W)
Elektriksel Alan	E	Volt/metre (V/m)
Manyetik Alan	B	Tesla (T)

Not: Kütle birimi 19 Mayıs 2019 tarihinde toplanan Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Komitesi tarafından Planck sabitinin (h) sayısal değerinin J·s ($J \cdot s = kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$) birimi cinsinden $6.62607015 \times 10^{-34}$ değerine eşit seçilmesiyle tanımlanmıştır. Yeni tanımlayla beraber kütle birimi kilogram fiziksel bir sabit üzerinden tanımlanarak daha kararlı hale gelmiştir. Böylece yeni kütle birimi zaman ve uzunluk temel birimlerine de bağlı hale gelmiştir.

2.6 Birimlerin dönüşümü

Çoğunlukla bir nicelik belli bir birim sisteminde verilir ama biz onu başka bir birim sisteminde ifade etmek isteriz. Örneğin bir masayı 21.5 inç genişliğinde ölçtüğümüzü ve bunu santimetre ile ifade etmek istediğimizi varsayalım. Bu durumda şu işlemi yapmak gerekir:

$$1 \text{ inç} = 2.54 \text{ cm}$$

$$21.5 \text{ inç} = 21.5 \cancel{\text{ inç}} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{ inç}}} = 54.6 \text{ cm}$$

Alıştırma 3:

1) 57.5 cm kaç m'dir?

$$57.5 \cancel{\text{ cm}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{ cm}}} = 0.575 \text{ m}$$

2) $5 \times 10^{-7} \frac{m}{s}$ kaç $\frac{km}{sa}$ 'dır?

$$5 \times 10^{-7} \frac{m}{s} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ sa}} = 18 \times 10^{-7} \frac{km}{sa}$$

3. Grafik Çizme

Grafikler, deney verilerinin iki boyutlu olarak görsel hale getirilmesiyle veriler arasındaki ilişkinin daha net görülebildiği çizimlerdir. Grafikler ayrıca bazı durumlarda yapılmayan denemelerin de tahmin edilebilmesine olanak sağlar. Örneğin bir cismin 0-100 s aralığında her 10 saniyede bir konumu ölçülmüş olabilir. Bu veriler kullanılarak örneğin 25. saniyede veya 110. saniyede parçacığın konumu tahmin edilebilir. Birincisi bilinen iki veri değeri (20. ve 30. s) arasındaki bir değeri (25. s) tahmin etmek olduğundan bu işlem **interpolasyon** olarak bilinir. İkinci durumda ise ölçülen değerlerin *dışında* bir noktada tahmin yapıldığından işlem **ekstrapolasyon** olarak bilinir.

Verilerin düzenlenmesinde, yorumlanmasında ve sunulmasında grafikler kolaylık ve anlaşılabilirlik sağlar. Grafiklerin kullanımı sadece fen ve matematikle ilgili alanlarla sınırlı olmayıp, sosyal ve ekonomi ile ilgili alanlarda da önemli bir yer tutmaktadır.

3.1 Grafik Çizerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Grafik Alanı ve Eksenler

- Grafik kâğıdının uygun görülen miktarı kullanılır.
- Grafik kâğıdına yatay ve dikey eksenler birbirine yakın ölçülerde cetvelle çizilir. Aksi belirtilmedikçe, yatay eksen **bağımsız** değişken, dikey eksen ise **bağımlı** değişken verilerini göstermelidir.
- Eksenlerin uçlarına ok çizilir ve ilgili değişkenin **adı veya sembolü ile birimi yazılır**. Gerekli takdirde, eksenin başına birim yazılırken, değerler uygun bir katsayı ile çarpılmışsa bu değer çarpım olarak birimin yanına yazılır.
- Eksenler, tablodaki ilgili değişkenin aldığı en yüksek ve en düşük değer göz önünde bulundurularak bölmelendirilmelidir. Eksenlerin kesiştiği nokta genellikle sıfır (0) olarak alınır.
- Eksenlerin bölmelendirilmesi eşit aralıklı olmalıdır. **Tablodaki değerler eksenlere yazılarak belirtilmez. Sadece ana bölümlerin değerleri eksenlere yazılır**. Ancak iki eksen birbirinden bağımsız düşünülebilir. Yani bir eksenindeki bölmelendirme ve aralık genişliği, diğer eksen için de aynı olmak zorunda değildir.

3.2 Verilerin Grafik Alanına Yerleştirilmesi ve Grafiğin Çizimi

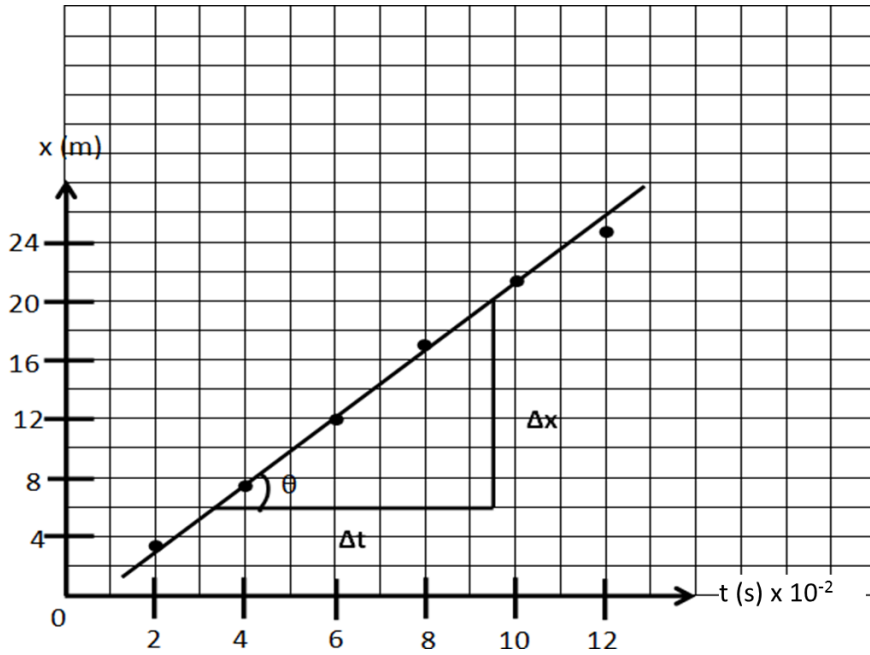
- Eksenlerin üzerinde birbirinin karşılığı olan değerler bulunur ve gözle takip edilerek çakıştıkları nokta işaretlenir. Deneysel noktayı tespit ederken noktanın eksenlere olan uzaklıkları (izdüşümleri) çizilmez.
- Tüm deneysel noktalar tespit edildikten sonra, noktaların oluşturduğu desen doğrusal ise, cetvel ile tüm noktalar birleştirilir; doğrusal değilse noktalar keskin olmayan tek bir çizgi ile birleştirilir. Çizilen doğrunun uzantısı orijinden geçiyorsa, orijinle birleştirilir.
- Doğrusal grafiği çizerken bütün noktalardan geçen bir grafik varsa, bu çizilecek en kesin (doğru) grafikdir. Eğer bütün noktalardan geçen bir doğru yoksa, en çok noktadan geçecek grafik çizilmelidir ve çizilen grafiğin üstünde ve altında eşit sayıda nokta bulunmalıdır veya doğrunun üstünde ve altında kalan noktaların doğruya olan dik uzaklıklarının toplamı eşit olacak şekilde çizim yapılmalıdır.
- Bir deneysel nokta diğerlerinin davranışından çok farklı ve diğerlerinden çok uzak değerlere sahip ise bu nokta grafikte göz ardı edilebilir.

Alıştırma 4: Aşağıdaki Tablo 3’de bir parçacığın konum-zaman değerleri verilmiştir. Zaman saniye, konum metre cinsinden ölçülmüştür. Burada zaman bağımsız, konum ise bağımlı değişkendir. Bu verilerin grafiğini çizelim.

Tablo 3. Bir parçacığın konum-zaman verileri

Yol (x) (m)	Zaman (t) (s)
3.3	0.02
7.5	0.04
12.0	0.06
17	0.08
21.5	0.1

Şekil 1’deki grafikte olduğu gibi verilerin değerleri belirli bir oranda büyütülmüş veya küçültülmüşse, bu oran çarpım olarak ilgili eksenle belirtilmelidir. Şekil 1’deki örnekte yatay eksenindeki verilerin gerçek değerinin 10^2 katı grafiğe yerleştirildiği için, bu eksenin yanına çarpım olarak 10^{-2} yazılmıştır. Düşey eksenle herhangi bir çarpan kullanılmasına gerek kalmamıştır. Genel kural olarak eksenlerde çok küçük veya çok büyük sayıların olmamasına dikkat etmekte fayda vardır. Dikkat edilirse grafiğin eğimi de bulunabilir. Eğim bulunurken deneysel noktaların değerleri değil **çizilen doğru üzerindeki noktalar** kullanılır ve zaman eksenindeki değerler eğim formülünde yerine yazılırken 10^{-2} çarpanı da hesaba katılmalıdır.

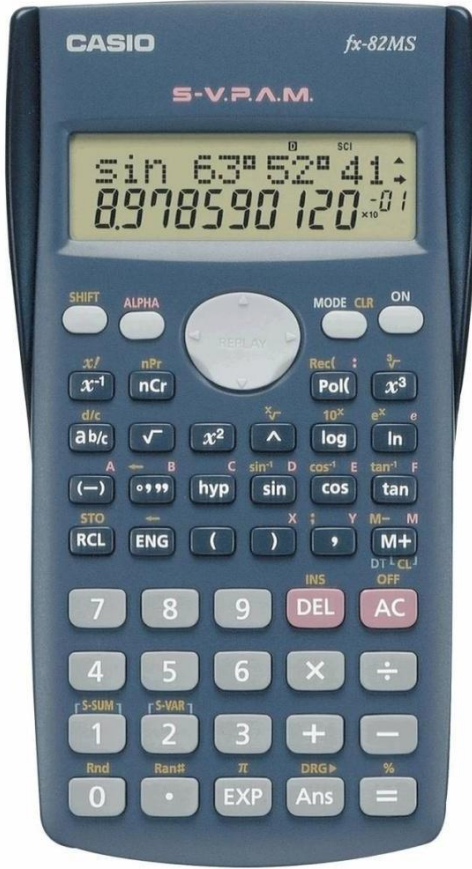


Şekil 1

Doğrunun eğimi aşağıda verildiği gibi hesaplanabilir.

$$\tan \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20 - 6}{(9.5 - 3.4) \times 10^{-2}} = \frac{14}{6.1 \times 10^{-2}} = 2.3 \times 10^2 \text{ m/s}$$

4. Hesap Makinesi Kullanımı



Şekil 2

Hesap makinesini kullanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Örneğin Şekil 2'deki resimde, ekrandaki sonuç nasıl yazılmalıdır? Noktadan sonraki bütün sayıların anlamlı olmadığı açıktır. Bu durumda işlemdeki sayıların anlamlı rakamlarını dikkate alarak uygun sonuç yazılmalıdır. Fakat her işlemde bunu dikkate alamayabiliriz. Dolayısıyla noktadan sonra bir veya iki rakam yazmak uygun olur. Ayrıca sayının sağ üst köşesindeki çarpanı da dikkate almalıyız. Bu çarpan 10'un kuvveti olarak yazılmalıdır. O zaman bu örnekte yazılacak sayı 8.98×10^{-1} veya 9.0×10^{-1} olmalıdır.

Hesap makinelerinde sık sık kullanılan fonksiyonlardan biri de 'shift' veya 'inv' tuşudur. Shift (veya inv) tuşuna bastıktan sonra başka bir tuşa basılırsa, o tuşun üzerindeki fonksiyon aktif hale geçer. Örneğin hangi açının sinüsünün 0.67 olduğu hesaplanmak isteniyorsa, $\sin^{-1}$ fonksiyonunu kullanmamız gerekir. Bunun için de önce shift tuşuna, sonra sin tuşuna basıp daha sonra da 0.67 değerini yazmak gerekir.

5. Kullanılacak Güç Kaynakları ve Ölçüm Aletlerine Giriş

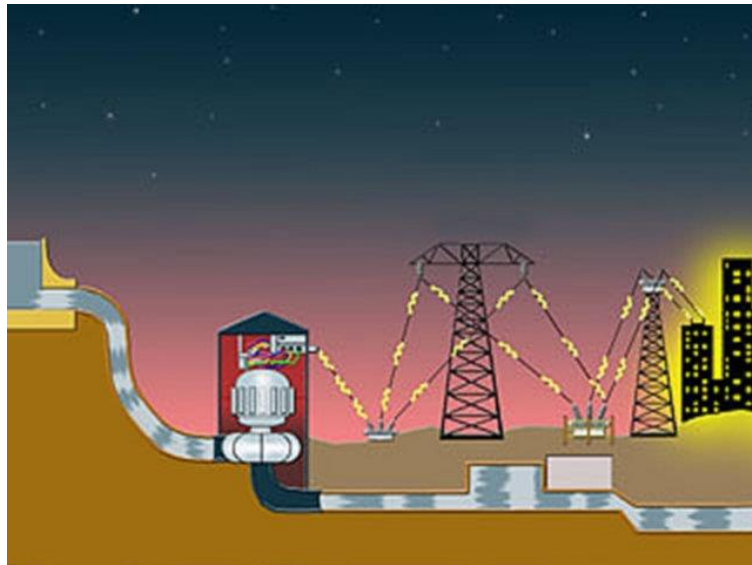
5.1. Güç Kaynakları

Güç, birim zamanda verilen enerji miktarı olarak bilinir. Elektriksel güç ise bir devreye birim zamanda verilen akımın devrede oluşan gerilim farkıyla çarpımıdır. Elektriksel gücün birimi Watt' tır. Çevremizde çok çeşitli elektriksel güç kaynakları görebiliriz. En çok aşına olduğunuz güç kaynakları bataryalar (Şekil 3) ve jeneratörlerin sağladığı şehir elektriğidir (Şekil 4). Güç kaynaklarını iki sınıfta toplayabiliriz. Bunlar alternatif akım kaynakları (AC) ve doğru akım kaynakları (DC)' dir. Eğer akım zamana karşı sabit ve daima pozitif yönde ise bu tür akımlara doğru akım diyoruz. Bu tür akımları doğrudan çevremizdeki çeşitli batarya türleri sağlar.



Şekil 3

Alternatif akım ise doğru akımın aksine düzgün zaman aralıklarıyla zamanla değişir ve ters yönde de akar. Bu düzgün zaman aralıkları alternatif akımın frekansını verir. Alternatif akımla beslenen cihazlar beslendiği akımın frekansıyla uyumlu olmak zorundadır. Bu tür akımlar genellikle jeneratörler sayesinde sağlanır. Şehir elektriği de genellikle jeneratörler sayesinde üretildiğinden alternatif akıma sahiptir (Şekil 4). Jeneratörlerin neden alternatif akım ürettiklerini deneyler sırasında öğreneceksiniz.



Şekil 4

5.2. Ölçüm Aletleri

5.2.1. Ampermetre

Akım bobinden geçerken bir göstergiyi hareket ettirir ve ölçek üzerinde bir yere getirir. Ölçekli göstergede amper cinsinden sayılar vardır ve sivri uçlu gösterge devreden geçen akımı gösterir.

- Elektrik akımının şiddetini ölçmeye yarayan bir ölçü aletidir.
- Akımölçer olarak da bilinir.
- Bir ampermetre ilgili ölçüm yerine seri bağlanır.
- Ölçülmek istenen akımın yolu üzerinde iki nokta açılır ve açılan kısma ampermetre bağlanır. Kaynağın artı ucu ampermetrenin artı ucuna, kaynağın eksi ucu, ampermetrenin eksi ucuna gelecek şekilde bağlantı yapılmalıdır.
- Analog veya dijital olarak iki ayrı türde kullanılabilirler.
- Çok küçük akım değerlerini ölçen ölçü aletine *Galvanometre* denir
- İç direnci çok küçüktür.

5.2.2. Voltmetre

Bazı Voltmetre çeşitleri:

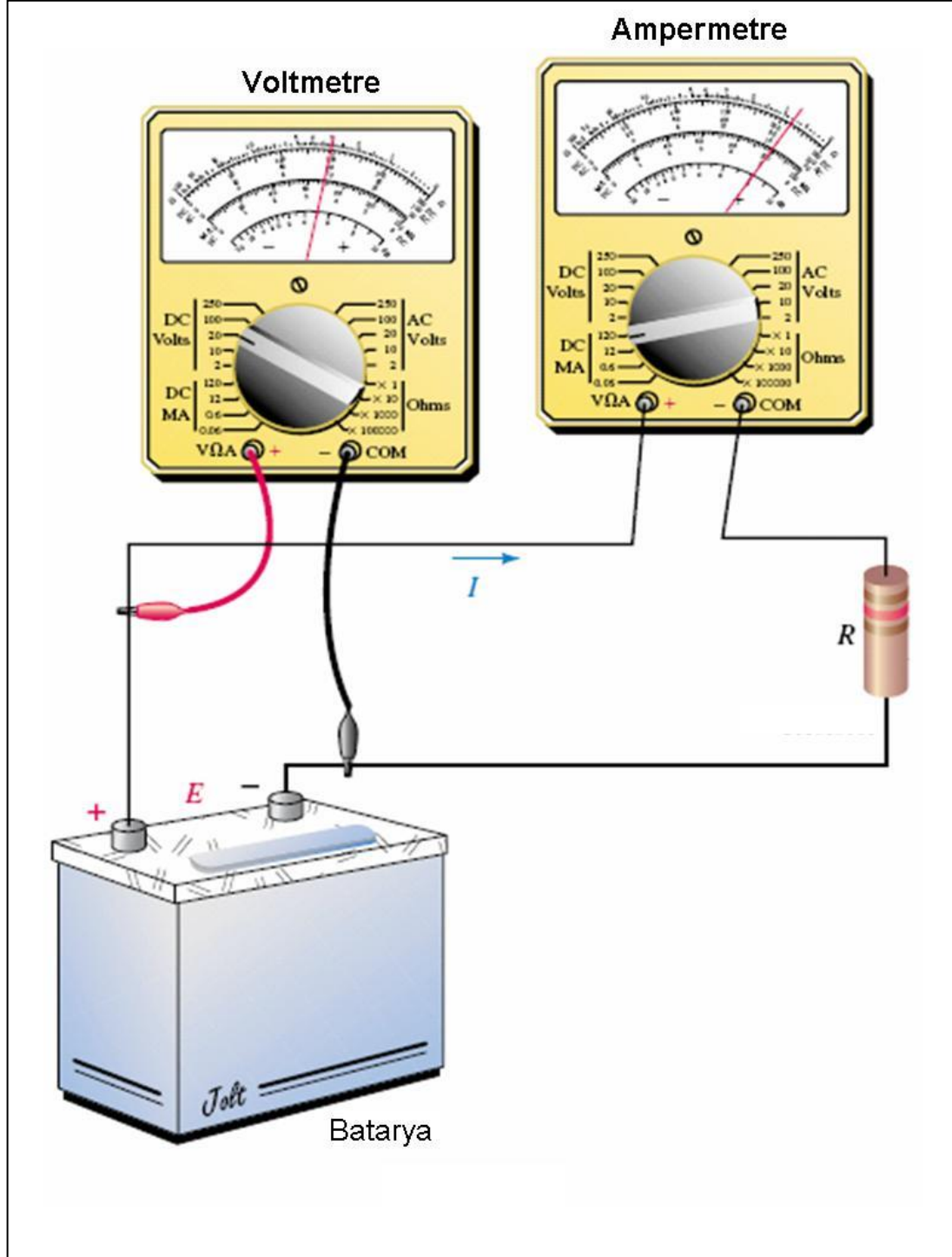
Döner bobinli voltmetre: Bu aygıtta bir kalıcı mıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiş bir bobinin içinden geçen akıma bağlı olarak dönmesinden yararlanılır.

Döner demirli voltmetre: Bir bobinin içine yerleştirilmiş yumuşak demirden iki kanatçık, bobinden akım geçirilince mıknatıslanıp birbirini iter, kanatçıklardan birinin dönme miktarı gerilimin ölçülmesine olanak verir.

Elektrostatik voltmetre: Elektrik yüklü iki cisim arasında oluşan elektrostatik kuvvetten yararlanılır.

- Bir devrenin iki noktası arasındaki potansiyel farkını ölçer.
- Voltmetre, potansiyel farkı ölçülecek iki nokta arasına paralel olarak bağlanır.
- Ampermetre ve voltmetre arasındaki en büyük fark, bunların iç dirençleridir. Ampermetrenin iç direnci düşük, voltmetrenin ise yüksektir.
- Voltmetre çok sarımlı ve çok ince tellerden yapılır. Yani iç dirençleri oldukça büyük olur.
- Voltmetrenin iki ucu, gerilimi ölçülmek istenen devre elemanın iki bacağına değdirilir. Kaynağın artısı voltmetrenin artısına, kaynağın eksisi voltmetrenin eksisine gelecek şekilde bağlantı yapılmalıdır.

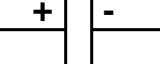
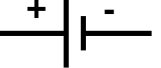
Aşağıda Şekil 5’de voltmetre ve ampermetrenin bağlanma şekli gösterilmiştir.



Şekil 5

Tablo 4, Elektrik ve Manyetizma Laboratuvarı'nda kullanılacak devre elemanlarını, sembollerini, gösterim şekillerini özet olarak göstermektedir.

Tablo 4. Bazı devre elemanları, sembolleri ve gösterim şekilleri

Devre Elemanları ve Devre Sembolleri	Resimleri	Sembol ve Birimleri	Açıklamaları
Sabit Direnç 		R Ohm (Ω)	Devreden geçen akıma karşı sabit direnç gösteren ve bu sayede uçları arasında gerilim farkı oluşan devre elemanıdır.
Değişken Direnç 		R Ohm (Ω)	Devreden geçen akıma karşı gösterdiği direnç, üzerindeki ayar düğmesiyle değiştirilebilen devre elemanıdır.
Kapasitör (Sığa) 		C Farad (F)	Elektriksel yükünün, elektrik alanının içerisinde depolanabilme özelliğinden faydalanılarak, bir yalıtkan malzemenin iki metal tabaka arasına yerleştirilmesiyle oluşturulan devre elemanıdır.
İndüktör 		L Henry (H)	Bir yalıtkan üzerine sarılmış tellerden oluşan ve üzerinden geçen akım değiştikçe (AC) iki ucu arasında potansiyel farkı yaratan devre elemanıdır
Güç Kaynağı 		$\mathcal{E}$ Volt (V)	Devrenin ihtiyacı olan gücü akım veya gerilim farkı olarak verebilen ve devreye verdiği akım AC ya da DC olarak değişebilen devre elemanıdır.
Anahtar 		-	Herhangi bir tel üzerinden geçen akımı tamamen kesmek için kullanılan devre elemanıdır.
Voltmetre 		V	Bir devrede, iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçmek için kullanılan ve devreye paralel bağlanan ölçüm cihazıdır
Ampermetre 		A	Bir devrede iki nokta arasındaki akımı ölçmek için kullanılan ve devreye seri bağlanan ölçüm cihazıdır
Galvanometre 		G	Çok küçük akım değerlerini ölçebilen bir tür ampermetredir.