

6. Deneý
Helmholtz
Bobin Sistemi

1. Helmholtz bobinleri (2 adet)
2. Milimetre ölçekli optik ray
3. DC Akım kaynağı
4. Manyetik alan ölçüm cihazı (Gaussmetre)
5. Manyetik alan ölçüm algılayıcısı(prob)
6. Bağlantı kabloları

İçindekiler

| Bölüm | Sayfa |
|--|--------------|
| 1. Amaç | 4 |
| 2. Helmholtz Bobinleri | 4 |
| 3. Merkez Eksen Boyunca Manyetik Alanın Değişimi | 7 |
| 4. Helmholtz Bobinleri Deney Seti | 8 |
| 5. Deneyin Yapılışı | 9 |
| 6. Deney Soruları | 10 |
| 7. Deney Raporu | 11 |

1. Amaç

Bu deneyde,

1. Üzerinden elektrik akımı geçen iki Helmholtz bobininin oluşturduğu manyetik alanın, bobin merkez eksenini boyunca değişiminin incelenmesi,
2. İki bobin orta noktasında oluşan manyetik alanın deneysel olarak belirlenmesi ve beklenen (hesaplanan) değerle karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Helmholtz Bobinleri

Aynı merkez eksenden geçen birbirlerine paralel iki dairesel bobinin elektriksel olarak seri bağlanmasıyla elde edilen sisteme "Helmholtz düzeneği" ve bu bobinlere 'de "Helmholtz bobinleri" denir. Her iki bobin aynı yarıçap (R) ve sarım sayısına (N) sahip olup, iki bobin arasındaki mesafe bir yarıçap (R) uzaklığından oluşur.

Düzgün dairesel bir bobinin merkez eksenini (simetri eksenini) üzerinde, bu bobinin merkezinden x -uzaklığında bir noktada manyetik alanın büyüklüğü **Biot-Savart** yasası kullanılarak bulunur:

$$B(x) = \frac{\mu_0 I R^2 N}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (1)$$

Burada,

N : Bobinin sarım sayısı,

R : Bobinin yarıçapı,

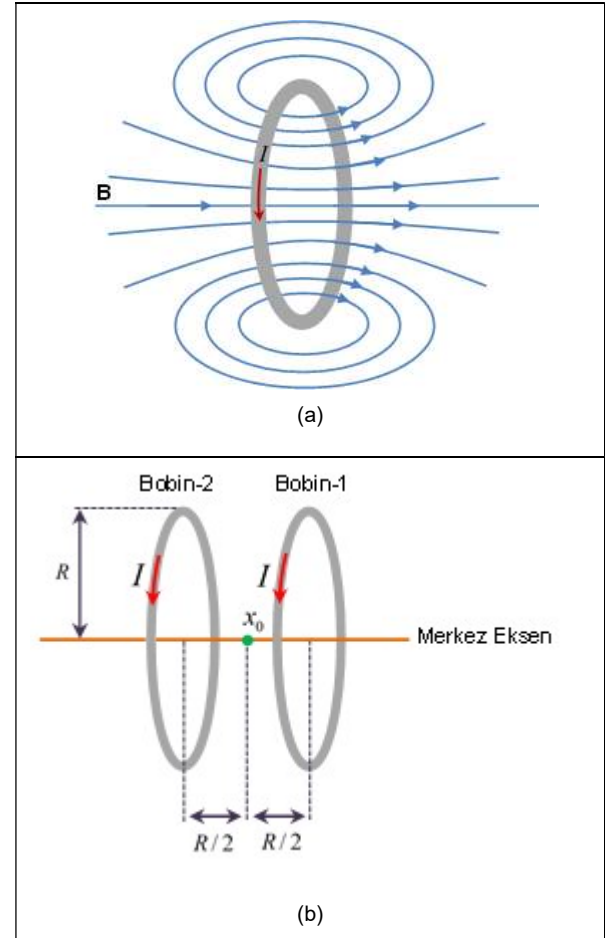
I : Bobinden geçen elektrik akımının büyüklüğü,

x : Simetri eksenini üzerinde bobin merkezinden uzaklık,

μ_0 : Manyetik alan sabiti.

Biot-Savart yasasına göre, üzerinden akım geçen dairesel bir iletkenin simetri eksenini (merkez eksenini) boyunca oluşturacağı manyetik alanın değeri, bu alanı oluşturan elektrik akımının büyüklüğü tarafından hesaplanabilir. Akım taşıyan dairesel iletken bir telin merkez eksen üzerindeki bir x -noktasında üreteceği manyetik alanın büyüklüğü (B), iletkeni oluşturan her bir

parçanın x -noktasında oluşturacağı manyetik alanların toplamı (superposition) olarak verilir.



Şekil-1: Dairesel bir iletken üzerinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan çizgileri (a) ve merkez eksen üzerinden geçen Helmholtz bobinleri (b).

Dairesel iletken bir tel (halka) üzerinden geçen elektrik akımının oluşturduğu manyetik alan çizgileri Şekil-(1a) tarafından gösterilmiştir. İletken bir halkadan akım geçirildiğinde, halka düzlemine dik yönde bir manyetik alan oluşur. Bununla beraber, N -sarımlı **bir bobin**, aynı sayıda iletken halkaya eşdeğerdedir. N -sarımlı bir bobinden sabit bir akım geçirildiğinde, halkalarının oluşturduğu manyetik alanlar üst üste biner ve sonuç olarak, aynı akımla tek bir halkada mümkün olan manyetik alanın N -katı şiddetinde bir manyetik alan elde edilir. N -sarım sayısına sahip R -yarıçaplı dairesel bir iletkenin (bobinin) merkez eksenini üzerinde ve bobin merkezinden x -uzaklıkta oluşan manyetik alanın şiddeti, bobin merkez eksenini boyunca Eşitlik-(1)'de verilen bağıntıya göre azalır. Manyetik alan ancak bobin merkezine yakın çok küçük uzaklıklar için düzgün (uniform) olarak kabul edilir. Düzgün manyetik

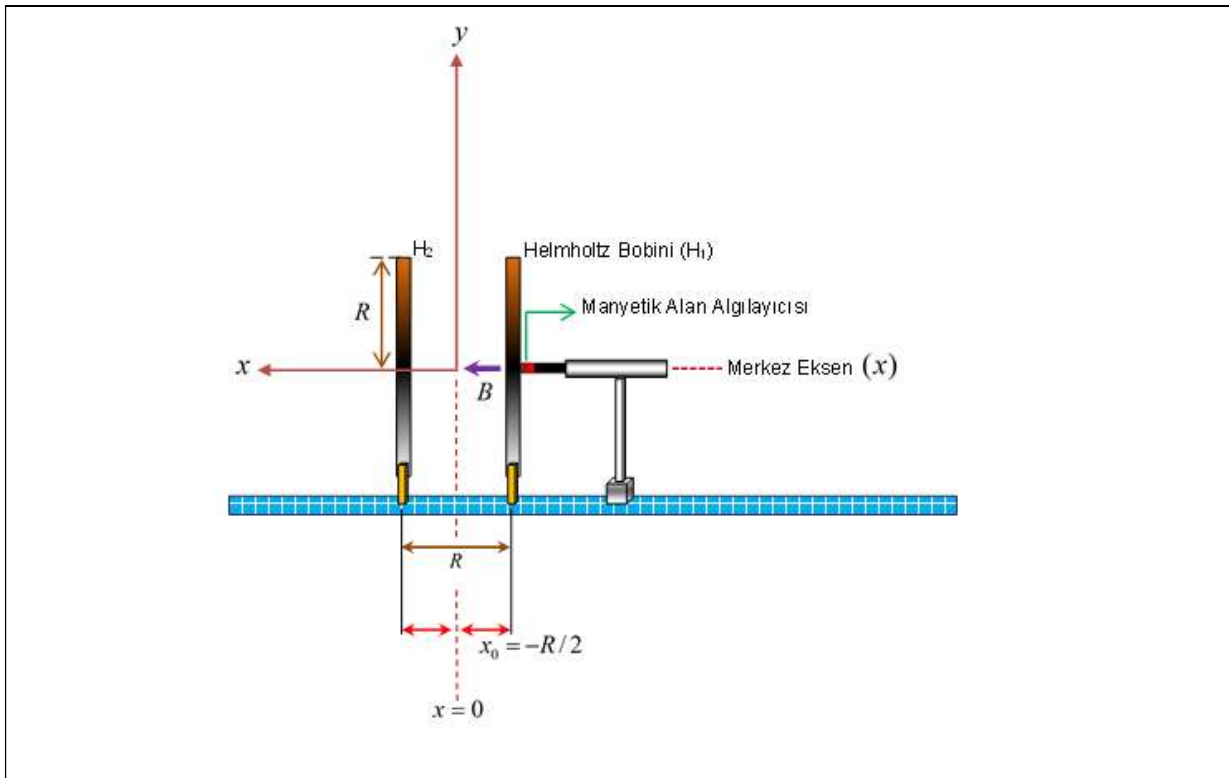
alanlarda, bir noktadan diğer bir noktaya manyetik alanın büyüklüğü ve yönü değişmez.

Eğer **iki bobin** aynı merkez eksen üzerinde birbirlerine paralel olarak yerleştirilirse (Şekil-1b), bobinlerin oluşturacağı toplam manyetik alan, üst-üste bindirme (superposition) yasasına uygun olarak, her bir bobinin manyetik alanlarının toplamına eşit olur. İki bobin birbirinden $l = R$ kadar uzaklıkta ise, bobinler arasındaki manyetik alan yoğunluğu “ $-R/2 < x < +R/2$ ” bölgesine yayılır. Bobinler elektriksel olarak birbirlerine seri bağlandığı için, akım yönü her iki bobin üzerinde aynıdır.

cihazı kullanılarak ölçülür. Deneyde kullanılan test parametreleri Tablo-(1)'de verilmiştir.

Tablo-1: Helmholtz bobini test parametreleri

| Test Parametresi | Değeri |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Bobin Yarıçapı (R) | 0.107 (m) |
| İki Bobin Arasındaki Mesafe (R) | 0.107 (m) |
| Bobin Sarım Sayısı (N) | 188 |
| Uygulanan Akım, I (DC) | 2 (A) |
| Manyetik Alan Sabiti (μ_0) | $4\pi \times 10^{-7}$ (T.m/A) |



Şekil-2: İki Helmholtz bobininin merkezinden geçen simetri eksenini (x-ekseni) boyunca manyetik alanın ölçülmesi.

Şekil-(2)'de görüldüğü gibi, düzgün dairesel iki Helmholtz bobini, birbirlerinden bobin yarıçapı kadar bir mesafede konumlandırılır. Bu şekilde,

- $x=0$: Verilen bir koordinat sisteminde iki bobin arasındaki orta nokta (orijin) olup,
- $x=x_0$: İki bobin merkezinin bu orta noktaya olan uzaklık değeridir.

Helmholtz bobin sisteminin merkez eksenini boyunca (x), farklı uzaklıklarda manyetik alan değerleri Gaussmetre

Bobinler arasındaki mesafenin “ $l = R$ ” olması halinde, iki Helmholtz bobinin ortasında düzgün bir manyetik alan bölgesi meydana gelir. Eğer, iki Helmholtz bobinin merkezinden geçen simetri eksenini (x-ekseni) üzerinde;

- **İki bobinin orta noktası**, x-y koordinat sisteminde “ $x=0$ ” ve “ $y=0$ ” olarak tanımlanırsa,
- Birinci bobin (H_1) merkezinin bu orta noktaya olan **uzaklığı** “ $x=x_0=+R/2$ ” olarak bulunur.

Her bir bobin merkezinin orta noktaya olan uzaklık değeri, bobinin bu orta noktada oluşturacağı manyetik alanın büyüklüğünü hesaplamada kullanılır.

Biot-Savart yasasına göre; birinci bobinin (H_1) orta noktaya olan uzaklığı " $x=x_0=-R/2$ ", Eşitlik-(1)'de yerine konursa, birinci bobinden dolayı bu orta noktada ($x=0$) oluşan manyetik alanın büyüklüğü:

$$B_1(x = x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[R^2 + \left(-\frac{R}{2}\right)^2 \right]^{3/2}} \quad (2)$$

$$B_1(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{4}\right)^2 \right]^{3/2}} \quad (3)$$

$$B_1(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[\frac{5R^2}{4} \right]^{3/2}} \quad (4)$$

$$B_1(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[\frac{(5\sqrt{5}) R^3}{8} \right]} \quad (5)$$

eşitliği ile verilir. Eşitlik-(5) yeniden düzenlenirse:

$$B_1(x_0) = \frac{4}{5\sqrt{5}} \left(\frac{\mu_0 IN}{R} \right) \quad (\text{Bobin-1}) \quad (6)$$

bağıntısı bulunur.

Benzer şekilde, ikinci bobin (H_2) tarafından $x=x_0=+R/2$ mesafesinde oluşan manyetik alan ise:

$$B_2(x = x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2}\right)^2 \right]^{3/2}} \quad (7)$$

$$B_2(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{4}\right)^2 \right]^{3/2}} \quad (8)$$

$$B_2(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[\frac{5R^2}{4} \right]^{3/2}} \quad (9)$$

$$B_2(x_0) = \frac{\mu_0 IR^2 N}{2 \left[\frac{(5\sqrt{5}) R^3}{8} \right]} \quad (10)$$

$$B_2(x_0) = \frac{4}{5\sqrt{5}} \left(\frac{\mu_0 IN}{R} \right) \quad (\text{Bobin-2}) \quad (11)$$

fonksiyonu ile verilir.

İki Helmholtz bobinin orta noktasındaki düzgün (**uniform**) manyetik alanın büyüklüğü (B), her bir bobinin manyetik alanlarının toplamına eşittir. Bundan dolayı, her iki bobinin orta noktasında oluşan toplam manyetik alanın şiddeti:

$$B(x_0) = B_1(x_0) + B_2(x_0) \quad (12)$$

$$B(x_0) = \frac{4}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 IN}{R} + \frac{4}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 IN}{R} \quad (13)$$

$$B(x_0) = \left(\frac{8}{5\sqrt{5}} \right) \frac{\mu_0 IN}{R} \quad (\text{iki bobin orta noktası}) \quad (14)$$

olarak bulunur.

Eşitlik-(14)'de verilen bağıntıda görüldüğü gibi iki bobinin orta noktasında ($x=0$), manyetik alanın büyüklüğü Helmholtz bobinlere uygulanan sabit akım (**I**) ve sarım sayısı (**N**) ile doğru, bobin yarıçapı (**R**) ile ters orantılıdır. Helmholtz bobinlere ait test parametreleri Eşitlik-(14)'te kullanılarak, bir Helmholtz bobin sisteminin orta noktasında beklenen manyetik alan değeri hesaplanabilir. Beklenen (hesaplanan) değer ile Gaussmetre tarafından ölçülen değerler karşılaştırılması sonucu, yapılan ölçümün belirsizliği (%fark) belirlenir.

Birim olarak, manyetik alanın büyüklüğü (şiddeti) Tesla (**T**) veya Gauss (**G**) olarak tanımlanır. $1\text{T}=1\text{N/m.A}$ olup, $1\text{G}=10^{-4}\text{T}$ olarak verilir.

Tablo-2: Helmholtz bobinlerin teknik özellikleri.

| Test parametresi | Değeri |
|---|-----------------------|
| Bobin yarıçapı, $R(m)$ | $0.107m (=10.7cm)$ |
| Milimetre bölmeli optik ray üzerinde konumlanmış iki bobin arası uzaklık, $l = R(m)$ | 0.107 |
| Her bir bobinin sarım sayısı, N | 188 |
| Helmholtz bobinlere uygulanan sabit akım, $I(A)$ | 2 |
| Manyetik alan sabiti, $\mu_0 (T.m / A)$ | $4\pi \times 10^{-7}$ |

Tablo-(2)'de verilen test parametreleri, Eşitlik-(14)'de verilen bağıntıda yerine konursa, Helmholtz bobin sistemini oluşturan iki bobinin orta noktasında hesaplanan (**beklenen**) manyetik alan değeri:

$$B(x = x_0) = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 IN}{R} \quad (15)$$

$$B = \frac{32\pi}{5\sqrt{5}} \frac{IN}{R} \times 10^{-7} \left(\frac{T.m}{A} \right) \quad (16)$$

$$B = \frac{32\pi}{5\sqrt{5}} \frac{(2A)(188)}{(0.107m)} \times 10^{-7} \left(\frac{T.m}{A} \right) \quad (17)$$

$$B = \frac{37780.5 \times 10^{-7}}{(1.196)} (T) \quad (18)$$

$$B(x_0) = 31589.05 \times 10^{-7} (T) \quad (19)$$

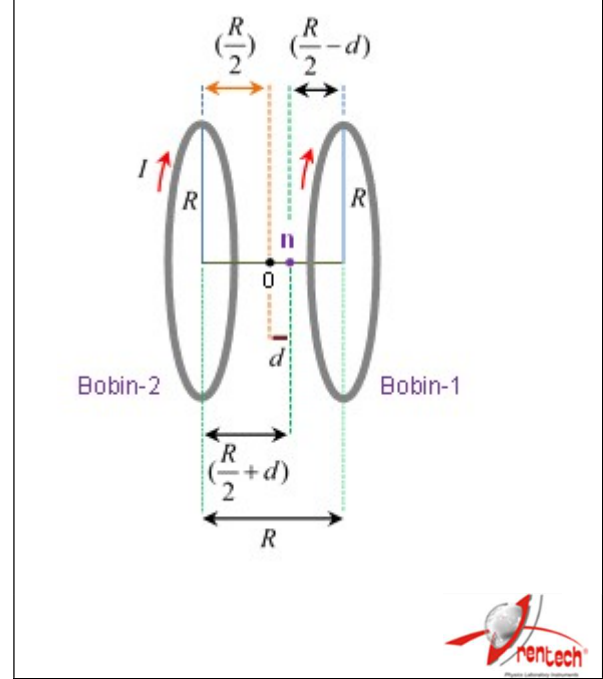
$$B(x_0) = 3.16 mT \quad (\text{Beklenen}) \quad (20)$$

bulunur.

Sonuç olarak, Helmholtz bobinlerine ait deneyde ölçülen (**deneysel**) manyetik alan değeri **beklenen** (hesaplanan) bu değer ile karşılaştırılarak, yapılacak bir deneyin ölçüm belirsizliği belirlenebilir.

3.

Merkez Eksen Boyunca Manyetik Alanın Değişimi



Şekil-3: Merkez eksen üzerinde verilen bir n-noktasında manyetik alanın hesaplanması.

Helmholtz bobinlerin oluşturduğu manyetik alanın merkez eksen (simetri eksen) boyunca değişimi deneysel olarak incelenebilir. Merkez eksen boyunca herhangi bir n-noktasında Gaussmetre ile ölçülen deneysel bir verinin doğrulanması işlemi; ölçülen verinin, bu noktada hesaplanan manyetik alan değeri ile karşılaştırılmasıyla yapılır.

Şekil-(3)'te verilen geometri yardımıyla, iki bobinin orta noktasından belirli bir d-uzaklığında olan n-noktasındaki manyetik alanın beklenen değeri hesaplanabilir. Bobin-1'den dolayı merkez eksen üzerindeki "n" noktasında oluşan manyetik alanın büyüklüğü, B_1 :

$$B_1 = \frac{\mu_0 N I R^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} - d \right)^2 \right]^{3/2}} \quad (\text{Bobin-1}) \quad (21)$$

fonksiyonu ile hesaplanabilir. Eşitlik-(21) kullanılarak yapılacak hesaplamalarda, d-mesafesi ölçüm biriminin "metre" olarak kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Benzer şekilde **Bobin-2**'den dolayı "n" noktasında oluşan manyetik alan şiddeti, B_2 ise:

$$B_2 = \frac{\mu_0 N I R^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} + d \right)^2 \right]^{3/2}} \quad (\text{Bobin-2}) \quad (22)$$

bağıntısı ile bulunur.

Her iki Helmholtz bobinden geçen elektrik akımının yönünün aynı olması nedeniyle, n-noktasındaki toplam manyetik alanın (B) büyüklüğü:

$$B = B_1 + B_2 \quad (23)$$

$$B = \frac{\mu_0 N I R^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} - d \right)^2 \right]^{3/2}} + \frac{\mu_0 N I R^2}{2 \left[R^2 + \left(\frac{R}{2} + d \right)^2 \right]^{3/2}} \quad (24)$$

eşitliği tarafından bulunur.

Şekil-(3)' de gösterildiği gibi iki bobin birbirinden " R " kadar uzakta ise, Helmholtz bobinlerin simetri ekseninde ve aralarındaki mesafenin orta noktasına göre " d " kadar uzaktaki bir n-noktasındaki manyetik alanın büyüklüğü Eşitlik-(24) kullanılarak bulunur. Eğer, iki bobin orta noktasından (orijinden) uzaklık olan d - mesafesi bilinirse, merkez eksen üzerinde herhangi bir "n" noktasındaki manyetik alanın şiddeti, bu noktadaki beklenen değer olarak hesaplanabilir.

Merkez eksen üzerinde iki Helmholtz bobin arasındaki **orta noktaya yakın mesafelerde** ($d \ll R$) oluşan manyetik alan, düzgün manyetik alan olarak kabul edilir. Birbirine paralel manyetik alan çizgilerinin bulunduğu bu bölgede manyetik alanın şiddeti (büyüklüğü) ve yönü değişmez. İki Helmholtz bobinin arasında bir R -mesafesi bırakılarak, bu iki bobin arasında, özellikle bobinlerin merkez eksenini boyunca düzgün bir manyetik alan oluşturulabilir. Bu çalışmada, iki Helmholtz bobinin oluşturduğu manyetik alanın, merkez eksenini boyunca mesafeye göre nasıl değiştiği deneysel olarak araştırılacaktır.

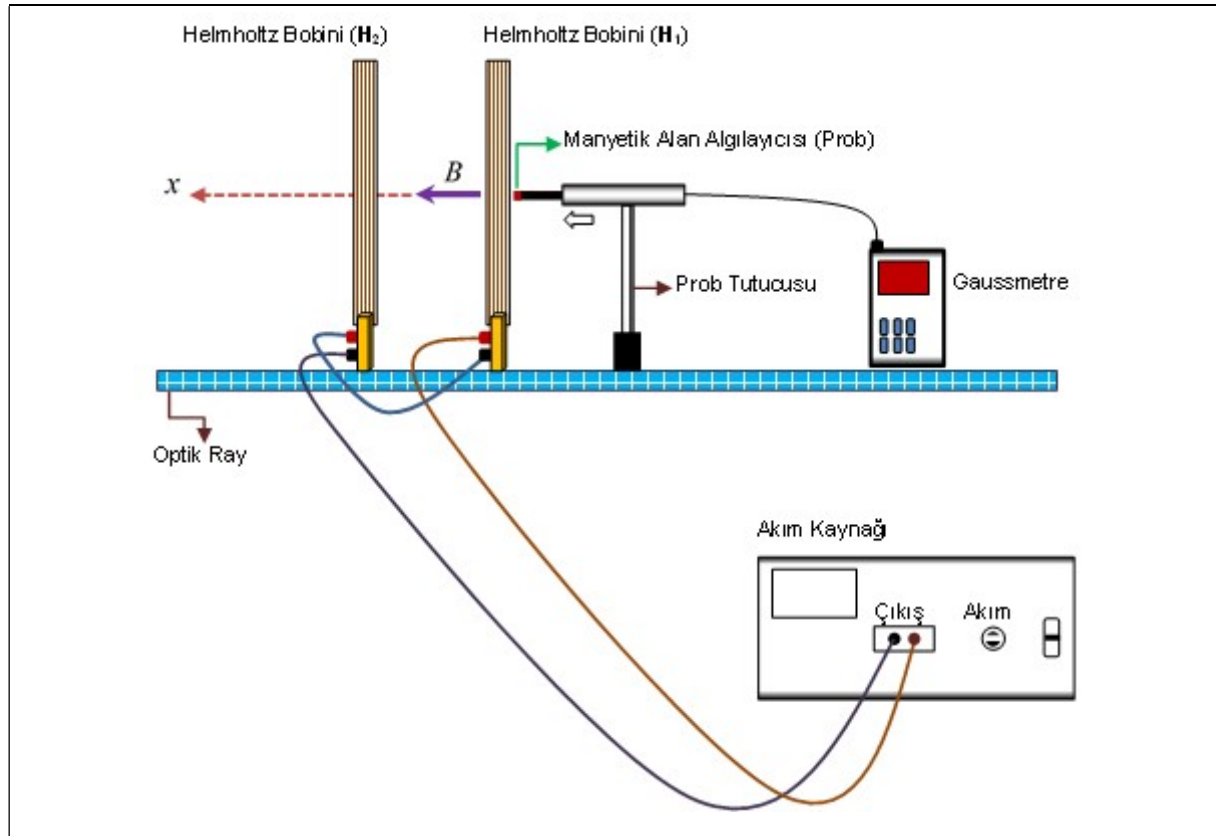
4. Helmholtz Bobinleri Deney Seti



Şekil-4: Helmholtz bobinleri deney seti

Helmholtz deney seti; aynı sarım sayısı ve yarıçaptan oluşan iki bobin, milimetre bölmeli optik ray, gaussmetre ve manyetik alan algılayıcısından oluşan bir üründür. Milimetre bölmeli optik ray, bobinlerin montajı, bobinler arası mesafenin ayarlanması ve manyetik alan algılayıcısının bobinlerin merkezinden geçen optik eksen (x -ekseni) boyunca hareketinde kullanılır. Helmholtz bobinlerin oluşturacağı manyetik alan, DC akım kaynağından bu bobinlere uygulanan sabit elektrik akımı tarafından sağlanır. Eğer milimetre bölmeli optik ray üzerinde iki Helmholtz bobinin merkezleri arasındaki **uzaklık** bir bobin yarıçapı (R) kadar seçilirse (Şekil-4), merkez eksen üzerinde iki bobin arasındaki orta noktaya yakın bölgede ($x \ll R$) manyetik alan yaklaşık olarak sabit bulunur.

5. Deneyin Yapılışı



Şekil-5: Helmholtz bobinleri deney düzeneği ve ölçüm devresi.

1. Şekil-(5)'de verilen deney düzeneği kurulur.
 - 1.1. Helmholtz bobinleri, iki bobinin merkezleri arası uzaklık bir bobin yarıçapı ($R=10.7\text{cm}$) olacak şekilde milimetre bölmeli optik ray üzerine yerleştirilir (iki bobin için Helmholtz koşulu).
 - 1.2. Deney düzeneği ölçüm devresinde, iki Helmholtz bobini elektriksel olarak birbirlerine seri bağlanır.
 - 1.3. Helmholtz bobinlerin bağlantı uçları, DC akım kaynağı çıkışına (Output) takılır.
2. Gaussmetre algılayıcısı ucu (prob ucu) bobinlerin merkezinden geçen simetri ekseninde, iki bobin arasındaki orta noktaya ($x=0$) gelecek şekilde hizalanır.
 - 2.1. Hizalama işleminde iki Helmholtz bobin arasındaki orta noktanın ($x=0$), her iki bobin merkezine olan uzaklığı, $x_0=5.35\text{cm}$ ($x_0=R/2$) olmalıdır.
 - 2.2. İki bobin arasındaki bu orta nokta, ölçümler için dik koordinat sisteminde referans başlangıç noktası ($x=0$) olarak seçilir.
3. Gaussmetre cihazı "ON" tuşuna basılarak çalıştırılır ve "militesla/Gauss" (mT/Gs) tuşundan "mT" ölçüm skalasına geçilir.
4. Gaussmetre üzerindeki "RANGE" tuşu kullanılarak ölçüm hassasiyet skalası "1/100" düzeyine getirilir.
5. Ölçüm öncesi, Gaussmetre cihazının sıfırlama işlemi "ZERO" tuşu kullanılarak yapılır.
6. Sıfırlama işlemi sonrası, doğru akım (DC) kaynağı çalıştırılır.
 - 6.1. Akım kaynağı çalıştırılmadan önce, akım çıkış seviyesi ayarının en düşük seviyede olmasına dikkat edilir.
 - 6.2. Gaussmetre cihazı üzerindeki "DC/AC" ölçüm tuşundan "DC" ölçüm seçeneği seçilir.
 - 6.3. Doğru akım kaynağı üzerindeki akım ayar düğmesi kullanılarak devreye (bobinlere) uygulanacak sabit akım, $I=2\text{A}$ olarak ayarlanır.
 - 6.4. Deneyde, bobinlere uygulanacak sabit akımın $I=2\text{A}$ değerini geçmemesine dikkat edilir.

7. Gaussmetre probunun ucu iki bobin **orta noktasında** iken, Gaussmetre'den manyetik alan değeri ölçülür. Ölçülen bu değer, manyetik alanın iki bobin arası orta noktadaki ($x=0$) değerini verir.
8. Milimetre bölmeli optik ray üzerindeki prob tutucusunun bir noktası referans alınarak, iki bobin orta noktasındaki ($x=0$) Gaussmetre probunun ucu, **eksen (ray) sürücüsü** vasıtasıyla hareket ettirmeye başlanır.
 - 8.1. **Ölçüm aralığı** " $-R < x < +R$ " olacak şekilde her $x=0.5\text{cm}$ ' de bir manyetik alan değerleri Gaussmetre'den okunur.
 - 8.2. Farklı uzaklıklarda Gaussmetre'den okunan manyetik alan değerleri, Tablo-(4)'de verilen veri tablosuna not edilir.
 - 8.3. Ölçüm sırasında, manyetik alanın merkez eksen üzerindeki farklı noktalarda nasıl değiştiği Gaussmetre vasıtasıyla gözlemlenir.
 - 8.4. Bu veri tablosu kullanılarak, manyetik alan şiddetinin (**B**) uzaklığa göre (x) değişimini gösteren grafik çizilir (Garafik-1).
 - 8.5. Grafik-(1) kullanılarak, x -ekseni (merkez eksen) üzerinde manyetik alan **büyüküğünün** ve **yönünün** değişmediği "**aralık**" belirlenir. İki bobin için **Helmholtz koşulu** sağlanarak bulunan bu aralık, merkez eksen üzerinde **düzgün (sabit)** manyetik alanın oluştuğu bölgeyi verir.
 - 8.6. Veri tablosu ve ilgili grafik tarafından, Helmholtz bobinlerde manyetik alanın en büyük (maksimum) olduğu konum ve maksimum değeri "**deneysel**" olarak belirlenir.
9. Tablo-(1)'de verilen test parametreleri Eşitlik-(14)'de kullanılarak iki bobin orta noktasında "**beklenen**" manyetik alanın değeri hesaplanır.
10. İki bobinin orta noktasındaki "**deneysel**" manyetik alan değeri ile "hesaplanan" (**beklenen**) manyetik alan değeri karşılaştırılır. Aradaki fark belirlenir.
11. Deney, iki bobinin merkezleri arası uzaklık 6cm'den küçük ve 12cm'den büyük olmamak koşuluyla tekrar edilir ve manyetik alanın mesafeye göre değişim grafikleri çizilir.
12. Bu grafikler, **Helmholtz koşulu** sağlanarak bulunan grafik ile karşılaştırılarak, düzgün (sabit) manyetik alanın x -ekseni üzerinde bulunduğu aralığın nasıl değiştiği belirlenir.

6. Deney Soruları

1. Aynı yönde elektrik akımı taşıyan iki Helmholtz bobinin ürettiği manyetik alanın mesafeye göre değişimini veren manyetik alan grafiğini $-R < x < +R$ aralığında çiziniz. Helmholtz bobinlerin merkez ekseninden geçen simetri eksenini, bu grafikte hangi eksenini belirtir?
2. Manyetik alan grafiğine göre, iki bobinin oluşturduğu manyetik alanın en büyük (maksimum) değeri x -ekseni üzerinde hangi noktadadır?. Bunun nedenini **Biot-Savart** yasasından yola çıkarak yorumlayınız.
3. Manyetik alan grafiği tarafından, iki Helmholtz bobini arasındaki orta noktada ($x=0$) **deneysel** bulunan manyetik alan şiddetinin değeri $B(x_0)$ ve birimi nedir?.
4. Test parametrelerini Eşitlik-(14)'de kullanarak, **bobinlerin merkez eksenini üzerinde olmak şartıyla** iki bobin arasındaki **orta noktada** ($x=0$) **beklenen** (teorik) manyetik alan değeri nedir, hesaplayınız?.
5. İki Helmholtz bobini arasındaki orta noktada ($x=0$) **deneysel** ve **beklenen** manyetik alan arasındaki farkı bulunuz?.
6. Manyetik alanın mesafeye göre değişimini veren grafik incelendiğinde, x -ekseni üzerinde hangi uzaklıklar arasında manyetik alan şiddeti yaklaşık olarak düzgün (sabit) bulunur?.
7. Her bir Helmholtz bobini içerisinden geçen elektrik akımının aynı yönde olduğu kabul edilirse, **Biot-Savart** yasası tarafından iki Helmholtz bobinin orta noktasındaki ($x=0$) manyetik alan şiddetinin:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 IN}{R}$$

olduğunu ispatlayınız?.

8. İki Helmholtz bobinine uygulanan sabit elektrik akımının, bu bobinler üzerinde aynı yönde olduğu deneysel olarak nasıl belirlenir?.
9. Deneyde iki Helmholtz bobin tarafından üretilebilecek manyetik alan değerini arttırılabilmek için hangi koşullar sağlanmalıdır, kısaca belirtiniz?
10. Yarıçapları **R=10cm** ve sarım sayısı **N=250** olan iki bobin birlerine paralel ve aralarındaki uzaklık **R=10cm** olacak şekilde konumlandırılıyor. Her iki bobinden **I=2A** akım geçirilirse bobinlerin merkez eksenini üzerinde olmak koşuluyla, iki bobin arasındaki orta noktada ($x=0$) manyetik alanın büyüklüğü nedir?.

7. Deney Raporu

| | |
|-----------------------|-------|
| Adı ve Soyadı: | _____ |
| Bölüm: | _____ |
| Öğrenci NO: | _____ |
| Tarih: | _____ |

Tablo-3: Helmholtz bobinleri deneyi test parametreleri

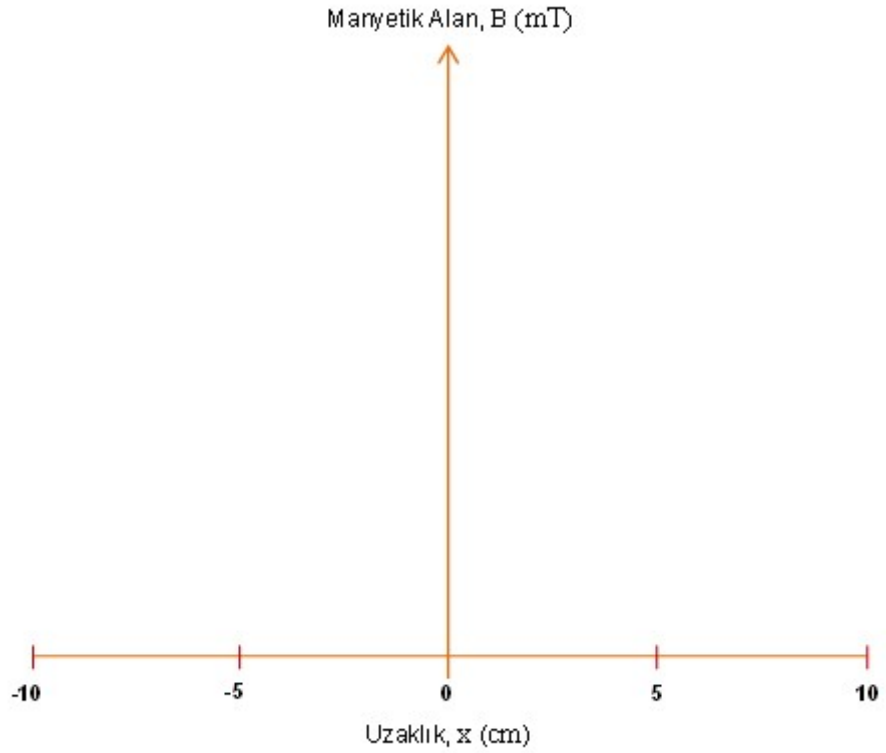
| Parametre | Değeri |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Bobin Yarıçapı (R) | (m) |
| İki Bobin Arasındaki Mesafe (R) | (m) |
| Bobin Sarım Sayısı (N) | |
| Uygulanan Sabit Akım, I (DC) | 2 (A) |
| Manyetik Alan Sabiti (μ_0) | $4\pi \times 10^{-7}$ (T.m/A) |

Tablo-4: Orta noktada ölçülen manyetik alan değerinin beklenen değerle karşılaştırılması

| İki Bobin Orta Noktasında Manyetik Alan Değeri, B (x_0) | | Fark (%) |
|--|---|-----------------|
| B _{DENEYSEL} (Ölçülen) | B _{TEORİK} (Hesaplanan) | ΔB (mT) |
| | | |

Tablo-5: Helmholtz Bobinlerin Merkez Ekseni Boyunca Ölçülen Manyetik Alan Değerleri.

| x (cm) | B (mT) |
|--------|--------|
| 0,0 | |
| 0,5 | |
| 1,0 | |
| 1,5 | |
| 2,0 | |
| 2,5 | |
| 3,0 | |
| 3,5 | |
| 4,0 | |
| 4,5 | |
| 5,0 | |
| 5,5 | |
| 6,0 | |
| 6,5 | |
| 7,0 | |
| 7,5 | |
| 8,0 | |
| 8,5 | |
| 9,0 | |
| 0,0 | |
| -0,5 | |
| -1,0 | |
| -1,5 | |
| -2,0 | |
| -2,5 | |
| -3,0 | |
| -3,5 | |
| -4,0 | |
| -4,5 | |
| -5,0 | |
| -5,5 | |
| -6,0 | |
| -6,5 | |
| -7,0 | |
| -7,5 | |
| -8,0 | |
| -8,5 | |
| -9,0 | |



Grafik-1: Manyetik Alanın Merkez Eksen Üzerinde Mesafeye Göre Değişimi.