

Helmholtz Bobinlerinin (Çift Kangalın) Magnetik Alanı

Amaç

Bu deneyde, üzerinden elektrik akımı geçen eş eksenli iki özdeş bobinin, birbirine göre uzaklıkları değiştirilerek oluşturdukları magnetik alanın ölçülmesi ve deney sonuçlarının bir çift bobin için Helmholtz koşulu ile kıyaslanması amaçlanmaktadır.

Deneye Hazırlık Bilgileri

Şekil 1' deki gibi bir düzgün çembersel bobinin simetri ekseninde, bobinin merkezinden s kadar uzakta bir noktadaki magnetik akı yoğunluğu \vec{B} ' nin büyüklüğü Biot-Savart yasası kullanılarak aşağıdaki eşitlikle bulunur

$$B = \frac{\mu_0 n I r^2}{2(r^2 + s^2)^{3/2}} \quad (1)$$

Burada

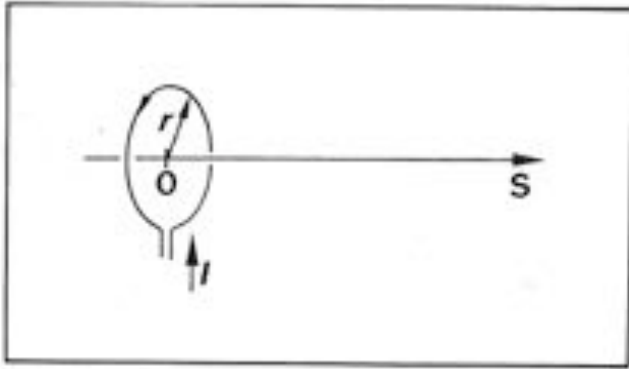
n : Bobinin sarım sayısı;

I : İletkenden geçen akımın büyüklüğü;

r : Bobinin yarıçapı;

s : Simetri ekseninde bobinin merkezinden uzaklık;

μ_0 : magnetik alan sabiti ($\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$).



Şekil 1. (1) denkleminin türetilişi için dikkate alınan düzeneğin gösterimi.

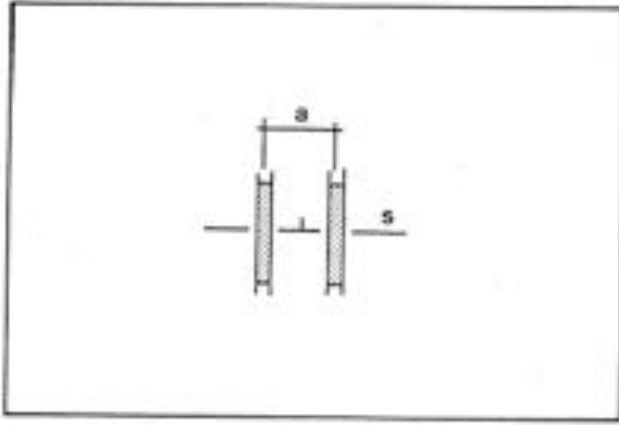
İki özdeş, seri-bağlı bobin eşeksenli olarak birbirine paralel bir biçimde yerleştirilerek bir düzenek oluşturulursa, bobinlerin oluşturacağı toplam magnetik alan, *üst üste binme (superposition) ilkesine* uygun olarak, her bir bobinin magnetik alanlarının toplamına eşit olur.

Şekil 2' deki gibi, iki bobin birbirinden a kadar uzakta ise bobinlerin simetri ekseninde ve aralarındaki mesafenin orta noktasına göre s kadar uzaktaki bir noktadaki magnetik akı yoğunluğunun büyüklüğü aşağıdaki ifade ile bulunur:

$$B = \frac{\mu_0 n I r^2}{2} \left[\frac{1}{\left[r^2 + \left(s - \frac{a}{2} \right)^2 \right]^{3/2}} + \frac{1}{\left[r^2 + \left(s + \frac{a}{2} \right)^2 \right]^{3/2}} \right]$$

(2)

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2r} \left[\frac{1}{\left[1 + \left(s - \frac{a}{2r} \right)^2 \right]^{3/2}} + \frac{1}{\left[1 + \left(s + \frac{a}{2r} \right)^2 \right]^{3/2}} \right]$$

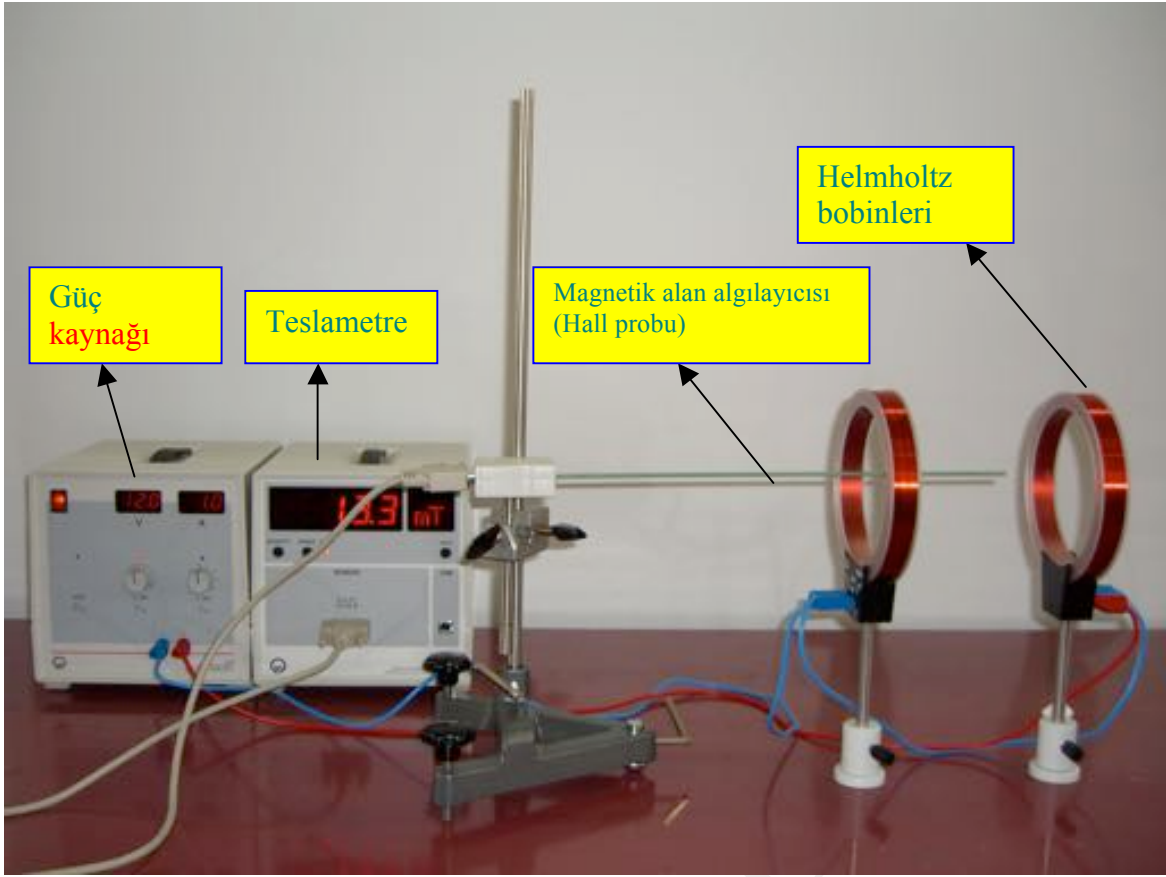


Şekil 2. (2) denkleminin türetilişi için bir çift Helmholtz bobininden oluşan düzenek.

Bobinler arasındaki magnetik akı yoğunluğu $a=r$ durumunda hemen hemen sabittir. Homojen alan $-\frac{r}{2} < s < +\frac{r}{2}$ bölgesine yayılır.

Deneyde Kullanılacak Araçlar

- 1 adet Helmholtz bobini çifti
- 3 adet taban;
- 1 adet güç kaynağı birimi (yaklaşık 2A DC);
- 1 adet magnetik alan ölçüm modülü, (0-100mT/3000mT)
- 1 adet 9.2V DC güç kaynağı;
- 1 adet multimetre(1A DC);
- 1 adet eksensel magnetik alan ölçüm algılayıcısı(Hall probu);
- 1 adet kalibrasyon bobini;
- 1 adet tahta cetvel(1m);
- 1 adet bağlantı kablosu, 50 cm, kırmızı
- 1 adet bağlantı kablosu, 50 cm, mavi
- 2 adet bağlantı kablosu, 1m, kırmızı
- 2 adet bağlantı kablosu, 1m, mavi



Şekil 3. Deney düzeneği

Deneyin Yapılışı

Uyarı: Deneyin yapılışına başlamadan önce laboratuvar sorumlusunun deney düzeneğini kısaca tanıtmasını bekleyiniz!

1. Deney düzeneğini Şekil 3'te gösterildiği gibi kurunuz.
2. İki bobin arasındaki mesafe r ($r = 6.8$ cm bobinlerin yarıçapı) olacak şekilde bobinleri yerleştiriniz.
3. Bobinleri birbirine seri bağlayınız.
4. Voltajı ampermetreden 1A değerini okuyana kadar arttırınız.

Uyarı: Bobinlerden geçebilecek maksimum akım 1.5A dır!

5. Magnetik alan algılayıcısının ucu bobinlerin arasındaki mesafenin ortasına gelecek şekilde hareket ettiriniz.
6. Ölçüm modülünü (Teslametreyi) ve magnetik alan algılayıcısını kalibrasyon kangalı kullanarak kalibre ediniz (sıfır ayarı yapınız.).
7. Kalibrasyonun nasıl yapıldığını öğrenmek için teslametrenin kullanımına ilişkin bilgi edininiz.
8. Magnetik alan algılayıcısını bobinlerin simetri eksenini üzerindeki noktalardaki magnetik alanı ölçmek için hareket ettiriniz. Her 5mm' de bir ölçüm alınız.
9. Ölçüm değerlerinizi Çizelge 1'e aktarınız ve bu değerleri kullanarak magnetik alanın uzaklığa göre değişimini gösteren grafik çiziniz.

10. Bobinler arasındaki mesafeyi $a=2r$ olacak şekilde değiştirerek tekrar ölçüm alınız ve ölçüm sonuçlarınızı grafik üzerinde gösteriniz.
11. İki bobinden geçen akım zıt yönde olacak şekilde bobinleri bağlayınız. Bobinler arasındaki mesafeyi $a=2r$ olacak şekilde ayarlayınız. Her 5mm' de bir ölçüm alacak şekilde magnetik alan algılayıcısını bobinlerin simetri eksenini üzerindeki noktalardaki magnetik alanı ölçmek için hareket ettiriniz. Sonuçlarınızı bir çizelgeye aktararak magnetik alanın eksen üzerindeki farklı noktalarda nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.

Çizelge 1. Kangalların eksenini üzerindeki farklı noktalarda magnetik alan ölçümleri

X (cm)	B (mT)

Sorular

1. (1) denklemini türetiniz.

2. 1000 sarımlı, yarıçapı 5 cm olan bir bobinin simetri eksenini üzerinde, merkezinden 5 cm uzaklıktaki bir noktada 50 mT büyüklüğünde bir magnetik alan oluşturmak için bobinin üzerinden geçmesi gereken akımın büyüklüğünü hesaplayınız.

4. Magnetik alan, $a=r$ için hangi uzaklıklar arasında homojenlik göstermektedir? Teorik beklenti ile deney sonuçlarını karşılaştırınız.

3. Bobinlerin arasındaki bölgedeki $s=0$ noktası için magnetik alanın büyüklüğünü hesaplayınız.

5. İki adet bobinin kullanılmasının deneysel yararlarını ifade ediniz.

6. Bir laboratuarda üretilebilecek magnetik alanının en büyük değerini araştırınız. Bu değer artırılabilmesi için hangi koşullar sağlanmalıdır?

7. Belirli bir bölgede büyüklüğü ve yönü değişmeyen bir magnetik alan oluşturabilmek için nasıl bir laboratuvar düzeneği oluşturulabilir?

Kaynaklar

1. Leybold-Heraeus, Electricity manual, P3.3.4.3; 3.4.4-4.

Yorum

AÜFF Fizik Bölümü

