

9. MANYETİK ALAN

AMAÇLAR

1. Farklı mıknatıslar tarafından oluşturulan manyetik alan çizgilerini gözlemek.
2. Manyetik alanın pusula iğnesi üzerindeki etkisini incelemek.
3. Bir selenoidden geçen akıma uygulanan manyetik kuvveti ölçmek ve bilinmeyen bir manyetik alanın şiddetini belirlemek.

ARAÇLAR

Güç kaynağı (0-30V arasında ayarlanabilir gerilimli, 3A değişken akımlı, dijital göstergeli), selenoid (400 sarımlı), U-mıknatıs, çubuk mıknatıslar, dinamometre, demir tozu, pusula.

GİRİŞ

1. Mıknatıslık

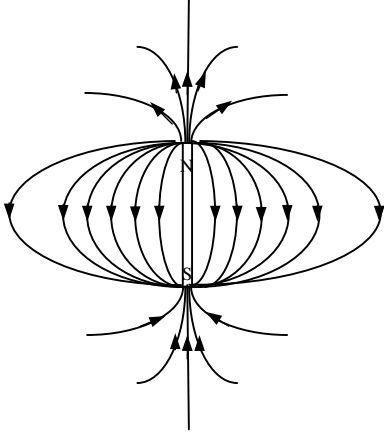
Demir, nikel, kobalt gibi malzemeleri çekme özelliğine **mıknatıslık**, bu özelliğe sahip olan cisimlere **mıknatıs** denir. Mıknatıslar genellikle demir içeren alaşımlardan yapılırlar. Yapılan deneylerde bir pusula iğnesinin belli bir hedefe yönelmesi gerçeği kullanılarak dünyanın sürekli bir mıknatıs olduğu gösterilmiştir, yani dünya büyük bir doğal mıknatıstır.

Her mıknatısın “kuzey” (N) ve “güney” (S) kutbu denen iki kutbu vardır. Bu kutuplar elektrik yükleri gibi birbirleri üzerine kuvvet etki ettirirler. Başka bir deyişle aynı kutuplar birbirini iterler, zıt kutuplar birbirini çekerler. Manyetik kutupların birbiri üzerine etkidikleri bu kuvvet, kutupların arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişir. Dolayısıyla iki manyetik kutup arasındaki kuvvet, iki elektrik yükü arasındaki kuvvete benzer. Ancak önemli bir fark vardır. Doğada tek bir elektrik yükünün mevcut olmasına karşın tek bir manyetik kutup varolamaz. Yani,

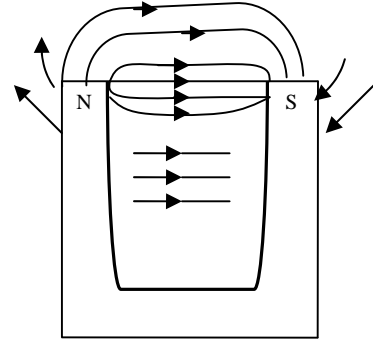
“Manyetik kutuplar çiftler halinde bulunurlar.”

Bir mıknatısın manyetik özelliklerini gösterebildiği bölgeye, o mıknatısın manyetik alanı denir.

Mıknatısın çevresinde oluşan çizgilere, mıknatısın o bölgede oluşturduğu manyetik alan çizgileri denir. Manyetik alan çizgilerinin yönü N’ den S’e doğrudur. Bu bilgilere göre çeşitli mıknatıslardaki manyetik alan çizgileri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.a) Bir çubuk mıknatısta manyetik manyetik alan çizgileri.



Şekil 1.b) Bir U-mıknatısta alan çizgileri.

2. Manyetik Alanın Özellikleri

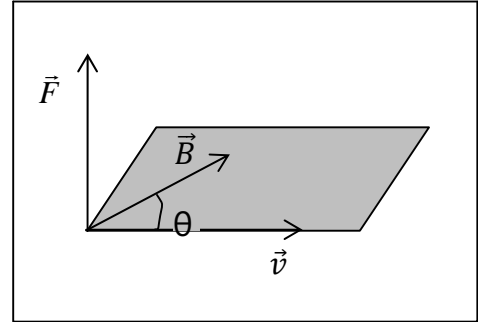
Uzayda bir noktada bir deneme cismine etki edebilecek bir manyetik kuvvet cinsinden manyetik alan vektörü \vec{B} tanımlanabilir. Deneme cismi v hızıyla hareket eden q yüklü bir parçacık olarak alınabilir. Yükün bulunduğu bölgede elektrik alan veya yerçekimi alanı bulunmadığı durumda parçacığa etki eden manyetik kuvvet

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

ve bu kuvvetin büyüklüğü

$$F = qvB\sin\theta \quad (2)$$

eşitliğinden elde edilir (θ açısı \vec{B} ile \vec{v} vektörlerinin arasındaki açıdır). Bu bağıntılardan yola çıkarak, manyetik kuvvet, manyetik alan vektörü ile hız vektörünün oluşturduğu düzleme diktir (Şekil 2).



Şekil2

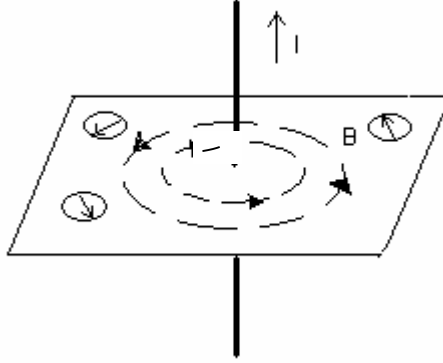
Manyetik alan birimi (SI) sisteminde ‘metre kare başına Weber’ (Wb/m^2) dir, bu birime **Tesla (T)** denir.

$$[B] = T = \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{C.m/s}} = \frac{\text{N}}{\text{A.m}} \quad (3)$$

CGS birim sisteminde ise manyetik alanın birimi **Gauss (G)** olarak kullanılmaktadır.

3. Akım Taşıyan Bir Telin Oluşturduğu Manyetik Alan

Doğal mıknatıs tek başına manyetik alan kaynağı değildir. İletken bir telden yeterince akım geçirildiğinde yanına paralel olarak yerleştirilen bir pusulanın iğnesinin saptığı görülür. Bu basit deney, akım taşıyan bir telin bir manyetik alan oluşturduğunu açıkça gösterir (Şekil 3). Telden akım geçmediği durumda, pusula iğnesi her yerde aynı yönü gösterirken, telden akım geçirildiğinde pusula iğnesi telin etrafında iğnenin oluşturduğu çembere teğet olacak yönde sapar. Alan çizgilerini, üzerinden akım geçen iletken bir telin etrafına serpilmiş ince demir tozlarıyla görmek mümkündür.



Şekil 3. İletken telden yeterince akım geçtiğinde pusula iğnelerinin sapması. Bu yön manyetik alanın yönünü verir.

Alanın yönü bir pusula yardımıyla ya da sağ el kuralı yardımıyla bulunabilir. Tel, sağ elin başparmağı akım yönünü gösterecek şekilde avuç içine alınarak kavranırsa, diğer parmaklar \vec{B} manyetik alanının yönünde sarılacaktır (Şekil 4).



Şekil 4. Manyetik alan yönünün sağ el kuralı ile bulunması.

Buradan hareketle elektrik akımı ile manyetik alanın oluşumu arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Böylece manyetik alanın da karşılıklı olarak elektrik akımları üzerinde bir etkisinin olduğunu düşünebiliriz.

Yapılan deneylerden

1. Manyetik kuvvet hem manyetik alan vektörüne hem de akıma diktir. ($\vec{F} \perp \vec{\ell}, \vec{F} \perp \vec{B}$)
2. Kuvvet manyetik alanın dik bileşeni ile orantılıdır. ($F \propto B_{dik}$)
3. Kuvvetin büyüklüğü akımla orantılıdır. ($F \propto I$)
4. Kuvvetin büyüklüğü telin boyu ile orantılıdır. ($F \propto \ell$)

Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak

$$\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B} \quad (4)$$

olarak yazılabileceği görülmüştür. Dikkat edilirse (4) denklemi,

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

şeklinde verilen hareketli q yüküne etkiyen manyetik kuvvet ifadesi ile uyumludur. I akımı, birim zamanda geçen yük miktarı ve hızın büyüklüğü $v = \frac{\ell}{t}$ olmak üzere

$$\begin{aligned} F &= qvB\sin\theta \\ &= q\frac{\ell}{t}B\sin\theta \\ &= I\ell B\sin\theta \end{aligned} \quad (5)$$

eşitlikleri yazıldığında $\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$ olduğu görülür.

Bu deneyde amaç deneysel olarak manyetik kuvvet ölçmektir. Bunun için n sarımlı bir selenoid ve U-mıknatısından yararlanılacaktır. Bu sistemin oluşturduğu manyetik kuvvet ifadesi (4) bağıntısından yararlanılarak

$$\vec{F} = nI\vec{\ell} \times \vec{B} \quad (6)$$

ve büyüklüğü

$$F = nI\ell B\sin\theta \quad (7)$$

şeklindedir. Deneyde $\vec{\ell}$ ve \vec{B} vektörleri her yerde birbirine dik olduğundan $\sin\theta=1$ 'dir. Dolayısıyla manyetik kuvvetin büyüklüğü

$$F = nI\ell B \quad (8)$$

olarak elde edilir.

DENEYİN YAPILIŞI

A. Manyetik Alan Çizgilerinin Gözlenmesi

1. Şekil 5.a'daki gibi kağıdın altına çubuk mıknatıs yerleştiriniz.
2. Tuzluk içerisindeki demir tozunu tuz serper gibi homojen olacak şekilde kağıdın üzerine serpiştiriniz.
3. Tozlar birbirine yapışıkça kağıda hafifçe vurunuz. Demir tozları pusula iğnesi gibi davranarak manyetik alan çizgileri doğrultusunda dizileceklerdir.
4. Gördüğünüz deseni raporosunuzdaki ilgili bölümlere çiziniz. Böylece manyetik alan çizgilerini tespit etmiş olursunuz.
5. Manyetik alan çizgilerinin yönlerini belirlemek için, pusuladan yararlanınız. Pusula iğnesinin kırmızı ucu hangi yönü gösteriyorsa, o yön manyetik alan çizgilerinin yönüne karşılık gelecektir. Buna göre ok işareti kullanarak belirlediğiniz manyetik alan çizgilerinin yönünü çizimlerinizde gösteriniz.
6. Yukarıdaki işlemleri sırası ile Şekil 5.b, 5.c ve 5.d için tekrarlayınız.

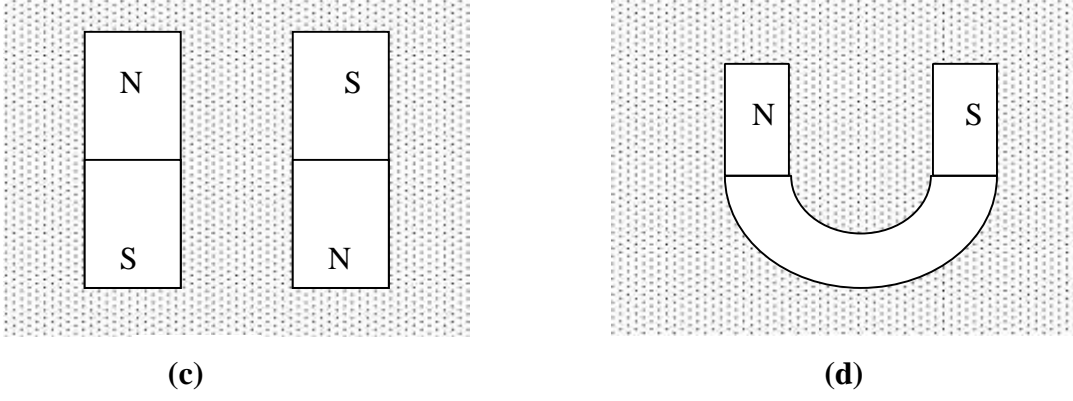


(a)



(b)

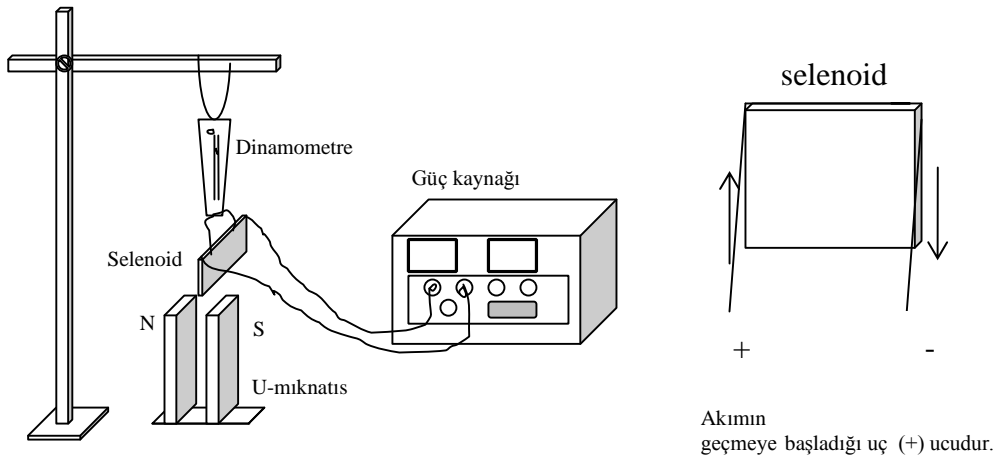




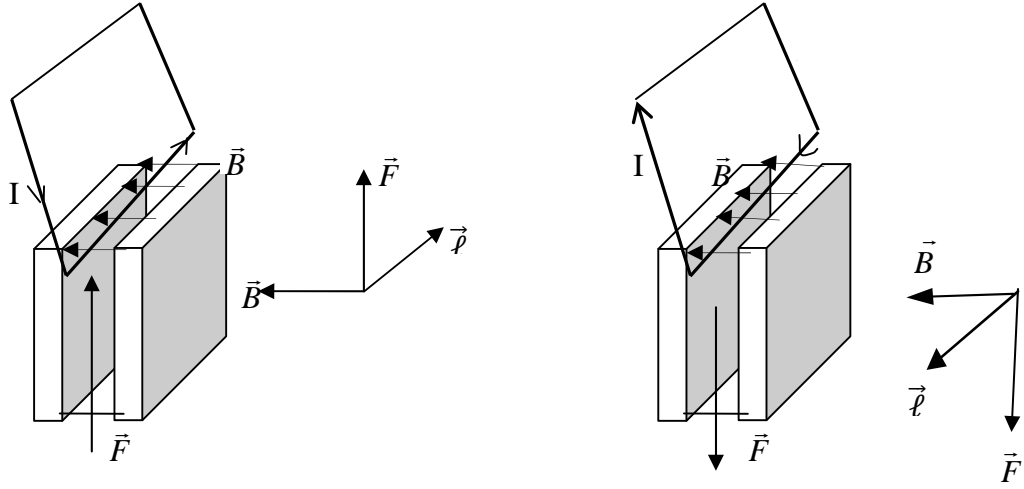
Şekil 5: a) Tek çubuk mıknatıs, b) Kutupları aynı yöne gelecek şekilde yerleştirilmiş iki çubuk mıknatıs, c) Kutupları zıt yöne gelecek şekilde yerleştirilmiş iki çubuk mıknatıs, d) U-mıknatıs kullanarak manyetik alan çizgilerinin gözlenmesi. (Not: Şekilde noktasal verilen düzlem, mıknatısların yerleştirildiği kâğıdın konumunu vermektedir)

B. Bilinmeyen Bir Manyetik Alan Şiddetinin Ölçülmesi

1. Şekil 6'daki düzeneği kurunuz.
2. Selenoid U-mıknatısının ortasına gelecek şekilde düzgün olarak ayarlayınız.
3. Selenoidin ağırlığından dolayı oluşan kuvveti (F_1) dinamometre yardımıyla ölçünüz.
4. Selenoide 0-0.12A aralığında size verilen 6 farklı değer için akım uygulayarak oluşan kuvvetleri (F_2) ölçünüz ve raporlarınızda ilgili bölüme kaydediniz.



Şekil6. Manyetik Alan Deney Düzeneği



Şekil 7. U- mıknatısın içerisindeki bir telden akım geçirildiğinde oluşan manyetik kuvvetin yönü

VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

- 1) Dinamometreden ölçülen F_2 kuvveti, selenoidin ağırlığı (F_1) ve manyetik kuvvetin büyüklüğü (F)'in toplamına eşittir. Buna göre ölçtüğünüz veriler yardımıyla F manyetik kuvvetinin değerlerini hesaplayarak ilgili tabloya kaydediniz.
- 2) Deneysel verilerden ve **Denklem** (11) 'den yararlanarak **manyetik** alan şiddetlerini hesaplayınız ve ortalama değerini elde ediniz.
- 3) I akım değerlerine karşı F değerleri için $F=f(I)$ grafiği çiziniz. Grafikten ve (11) denkleminde yararlanarak manyetik alan şiddetini hesaplayınız

$$B = \frac{eğim}{n\ell}$$