

HALL ETKİSİ



RENKO Ltd. Şti. Fizik Deney Setleri ve Oyunları <http://www.renkoltd.com.tr>

Ankara 2007

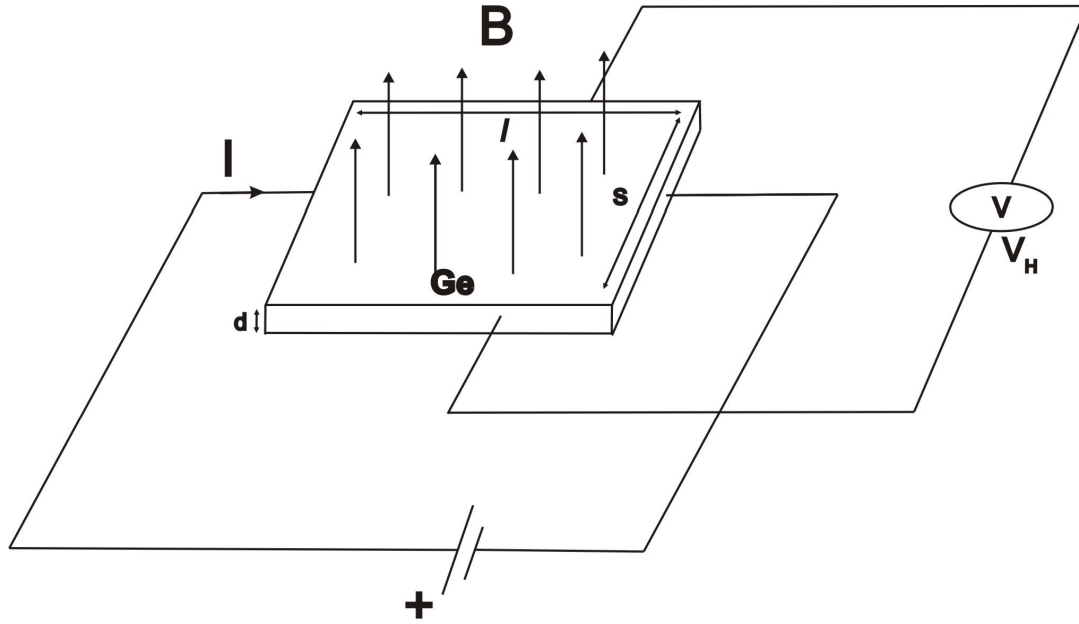
HALL ETKİSİ:

AMAÇ:

1. Yarı iletken madde içindeki çoğunlukta bulunan yük taşıyıcıların tipini , yoğunluğunu ve mobilitesini belirlemek.

GENEL BİLGİLER:

Hall-etkisi elektrik ve manyetik alan altında kalan yük taşıyıcıların hareketlerini inceler . Bu taşıyıcılar iletken yada yarı-iletken bir maddenin içindedirler, ve manyetik alanın yarattığı kuvvet ile bu maddenin bir kenarında toplanırlar.



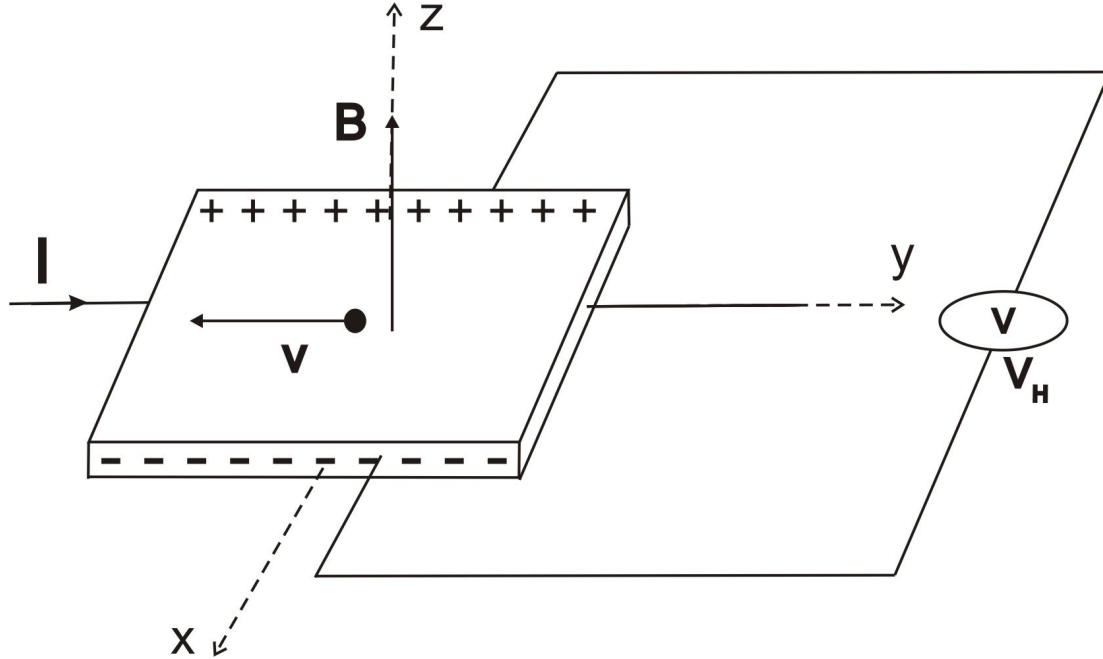
Şekil 1

Şekil 1 de bir Hall-Etkisi deneyinin düzeneği gösterilmektedir. Görmüş olduğunuz gibi manyetik alan etkisi altında kalmış yarı iletken maddeye voltaj uygulanarak akım verilir (Kontrol Akımı). Manyetik alan sonucu hareket eden yükler **Lorentz Kuvveti**

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

etkisi altında kalırlar ve yük taşıyıcının cinsine bağlı olarak yarı-iletken maddenin bir kenarında toplanırlar. 1. denklemde ' q ' elektronun yada holün yükünü , ' v ' ise hızını ifade eder.

N-tipi bir yarı iletken maddede yük taşıyıcılar akımın ters yönünde hareket eden negatif yüklü elektronlardır ve x-yönünde bir kuvvetin etkisinde kalıp yarı iletken maddeye Şekil 2 de görüldüğü gibi dağılırlar.

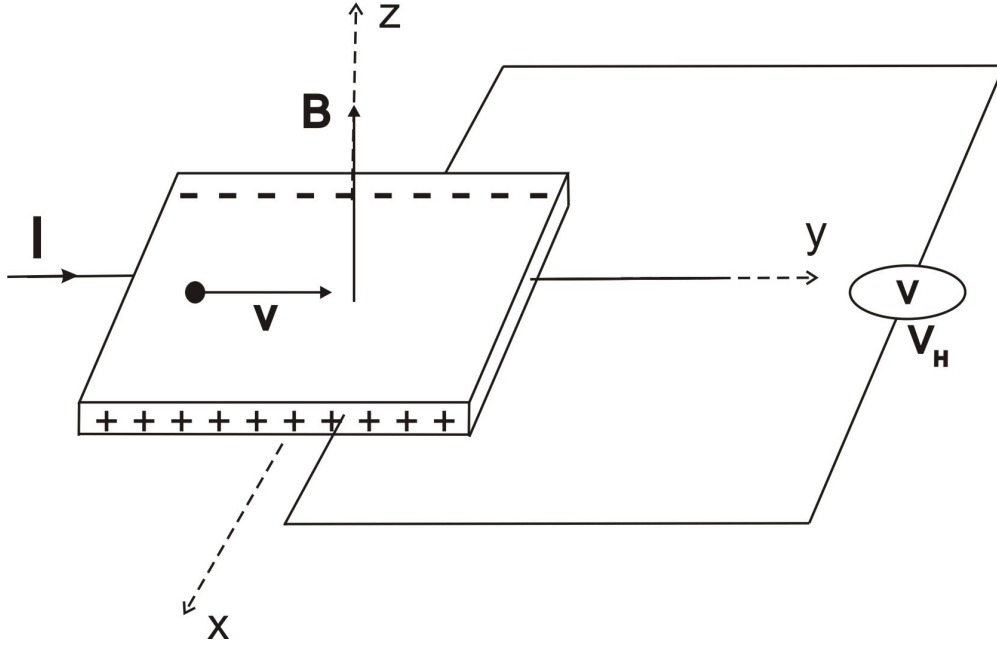


Şekil 2

Bu yük dağılımı sonucunda oluşan kutuplaşma sonucu bir elektrik alan oluşur (E_H).

Yük dağılımı devam ettikçe elektrik alan çoğalır ve manyetik kuvvetin tersine bir kuvvet uygular. Bu durumda elektrik alan manyetik kuvveti dengelediğinde yük dağılımı durur. Bu denge pozisyonunda yarı iletken maddedeki yük farkından dolayı oluşan voltaja *Hall Voltaj* (V_H) denir.

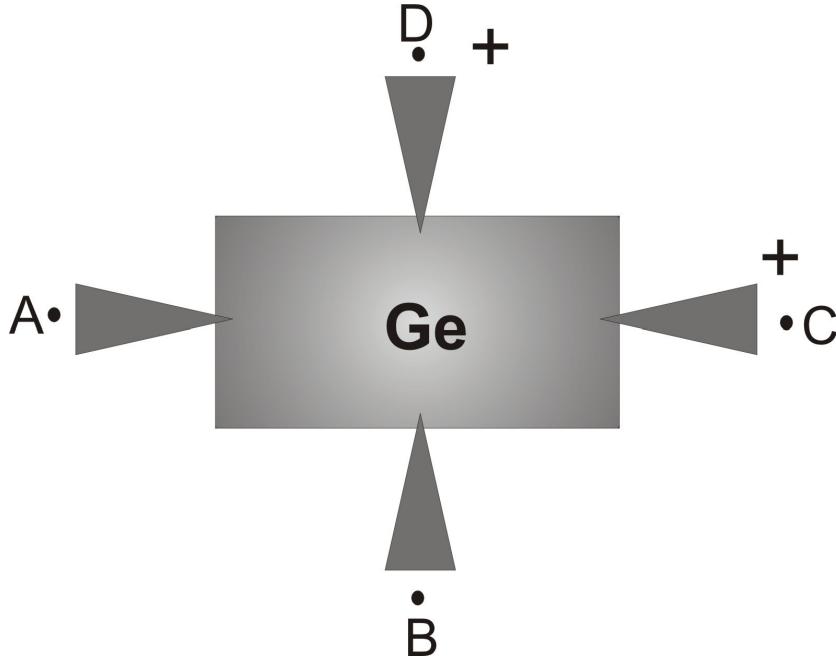
P- tipi bir yarı iletken maddede yük taşıyıcılar akımla aynı yönde giden pozitif yüklü hollerdir. Bu yük taşıyıcıları da , N-tipi bir yarı iletken maddede olduğu gibi , pozitif-x yönünde bir kuvvetin etkisinde kalıp Şekil 3 de görüldüğü gibi dağılırlar. Bu durumda , hollerin hareketi sonucu oluşan Hall Voltajın işareti elektronların oluşturduğu Hall Voltajın işaretine zıttır.



Şekil 3

Bu durum bizim yük taşıyıcıların ve yarı iletkenin hangi tip olduğunu anlamamızı sağlar.

Bu deneyde kullanacağımız yarı iletken madde $7 \times 5 \times 0.5$ (l , s , d) mm ölçülerinde *Germanyum Kristalidir.* (Şekil 4)



Şekil 4

AC noktaları arası yarıiletken voltaj uygulanır . BD noktalarına voltmetre bağlanır ve *Hall Voltajı ölçülür*. Kristalin hangi tip olduğunu anlamamız için Kristali n-tipi kabul edip ‘D’ noktasında bir ‘+’ kutuplaşma olduğunu varsayıp voltmetreyi devreye o şekilde bağlarız(*kristalin + noktasından çıkan kablo voltmetrenin – ucuna girip + ucundan çıkar*). Okuduğumuz değer pozitif ise varsayımımız doğru; yarı iletken madde n- tipidir. Değer negatif ise kristal p-tipidir.

Hall elektrik alanına ‘ E_H ’dersek ve ‘ $F = Eq$ ’ olduğuna göre Lorentz Kuvveti ve Elektrik alanın denge konumunda

$$qE_H = F_L \quad (2)$$

$$qE_H = qvB \quad (3)$$

$$E_H = vB \quad (4)$$

denklemini elde ederiz. *Şekil 1* de gördüğümüz gibi ‘s’ yarı iletkenin genişliği ve yükler arası olan uzaklıktır , bu durumda Hall Voltajı

$$V_H = E_H s = vBs \quad (5)$$

şeklinde ifade edebiliriz. Yüklerin hızını bulmak için

$$I = nAvq \quad (6)$$

$$v = \frac{I}{nAq} \quad (7)$$

formülünü kullanırız. Burada ‘A’ yarı iletkenin kesit alanını , ‘n’ ise yük yoğunluğunu belirtmektedir. Ardından (5). Ve (7). formülleri kullanarak Hall Voltajı

$$V_H = \frac{IBs}{nqA} = \frac{IBs}{nqds} = \frac{IB}{nqd} \quad (8)$$

şeklinde gösterebiliriz. Bu denklemde I/nq terimi '**Hall Katsayısı**' nı ifade eder.

Hall Mili: Kalınlığı ve içindeki yük yoğunluğu bilinen , belli bir akım vererek ve oluşan hall voltajını ölçerek , bir alandaki manyetik alanı ölçmemizi sağlayan maddeye *Hall Mili* denir.

Hall Mobilitesi(μ): Hall efekt deneyinde iki türlü elektrik alan oluşur. Bir tanesi önceden de belirttiğimiz şekilde yük taşıyıcıların dağılımı sonucu oluşan ' E_H ' , diğeri ise yarı iletken maddeye verilen voltaj sonucu oluşan ' E_{app} ' dir. Yük taşıyıcıların hızının sisteme verilen voltaj sonucu oluşan elektrik alanına oranına *Hall Mobilitesi* denir. E_{app} 1

$$E_{app} = \frac{V_{app}}{l} \quad (9)$$

hall mobilitesini

$$\mu = \frac{v}{E_{app}} \quad (10)$$

ve cismin iletkenliğini de

$$\sigma = \frac{l}{RA} \quad (11)$$

şeklinde ifade edersek Hall Mobilitesini (7). , (9). , (10). ve (11). denklemleri kullanarak

$$\mu = \frac{v}{E_{app}} = \frac{I}{nqA} \frac{l}{V_{app}} = \frac{l}{A} R_H \frac{I}{V_{app}} = \frac{l}{A} R_H \frac{1}{R} = R_H \sigma \quad (12)$$

şeklinde tanımlayabiliriz.

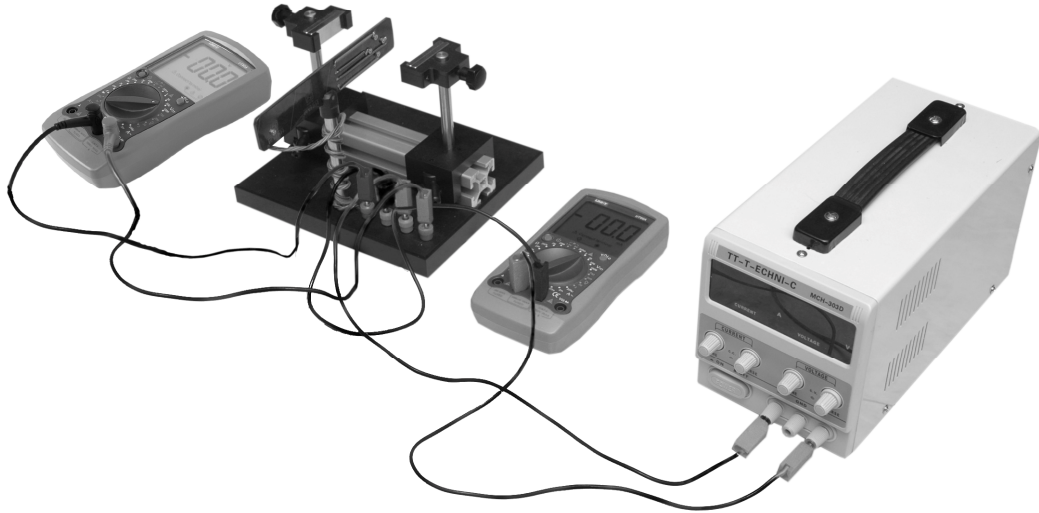
ARAÇLAR:

- Uyarılmış bir Germanyum Kristali ve üzerine oturtulacak bir platform
- Ray
- Evrensel kablo ve bağlantılar
- Mıknatıs tutucu ve kızak
- 2 şer tane 5 farklı büyüklükte mıknatıs
- 2 adet multimetre
- Güç Kaynağı
- Gaussmetre
- Pusula

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Deney düzeneğini *Şekil 5* deki gibi kurun.

- İlk olarak 1. mıknatıs gurubunu kullanın ve mıknatısla kristal arasındaki mesafenin 5 cm olduğuna emin olun.
- Yarı iletken maddenin alt ve üst kısımları hall voltajı belirlemek için 1.multimetreye bağlı olacaktır.Tablanın üzerindeki çıkışlardan kenara en uzak olan kırmızı çıkış (+) en yakın olan kırmızı çıkış ise (–) kutbundadır.(+) kutbundaki bağlantılar için kırmızı kabloları kullanın).
- Diğer bağlantı ; Güç kaynağının (+) çıkışına ve 2. multimetrenin (+) girişine bağlanacak kabloyu güç kaynağının çıkışına sıkıştırın ve multimetrenin girişine sokun. Ardından multimetrenin (–) çıkışından çıkan kabloyu yarı iletken maddenin (+) çıkışına bağlamak için tablanın kenara daha uzak olan sarı girişine bağlayın.Yarı iletken maddenin (–) kutbundan çıkmak için kenara yakın olan sarı çıkışı kullanıp güç kaynağının (–) girişine kabloyu bağlayarak devreyi tamamlayın.



Şekil 5

2. Devreyi açmadan önce gaussmetre ile kristalin bulunduğu yerdeki manyetik alanın gücünü , pusula ile de yönünü belirledikten sonra gücünü Tablo 1.1'e, yönünü ise Şekil 6'ya not alın.
3. Güç kaynağı ve multimetreleri açın.
4. Güç kaynağının Current(akım) kısmında 'Fine' ayarını en sona, 'Coarse' ayarını ise en başa getirin.
5. Voltajı değiştirerek 2.multimetredeki akım değerini 14.2 mA e getirin ve 1.multimetreden Hall Voltaj değerini belirleyip bu değerle devreye verilen voltaj değerini Tablo1.1 e not alın. Aynı işlemi akımın yönünü değiştirip tekrarlamak için güç kaynağının artısından çıkan kabloyla eksisine giren kablonun yerini değiştirin. Çıkan değerdeki (–)işareti akımın ters yönde olduğunu gösterdiği için mutlak değeri Tablo1.1 e not alın.
6. Yukarıdaki işlemleri kontrol akım değerini 23.4, 36.6, ve 48 mA' e getirerek tekrarlayın ve Tablo 1.1 e not alın.
7. Cihazları kapatın ve 2.Mıknatıs grubunu aynı şekilde yerleştirin.
8. Manyetik alanın gücünü ve yönünü ölçüp Tablo 1.1 e not alın.
9. Cihazları açın. 5. ve 6. işlemleri tekrarlayıp değerleri Tablo 1.1 de bu manyetik değere eş gelen kısma not alın.
10. Cihazları kapatın ve 3.Mıknatıs grubunu aynı şekilde yerleştirin.
11. Manyetik alanın gücünü ve yönünü ölçüp Tablo1.1 e not alın.
12. Cihazları açın.
13. 5. ve 6. işlemleri tekrarlayıp değerleri Tablo 1.1 de bu manyetik değere eş kısma not alın.
14. Manyetik alanın yönünü ölçtükten hemen sonra aldığımız V_{HI} değerinden yola çıkarak Hall Milinin + kısmında toplanan yükün cinsini ; bundan yola çıkarak, akımın yönü ve manyetik alanın yönünü kullanarak kullanılan yarı iletken maddenin ne tip olduğuna karar vererek ve Şekil 6 üzerinde çizerek gösterin.
15. Her kontrol akımı için ortalama hall voltaj değerini hesap edin ve not alın.

16. Her kontrol akımı için hesap ettiğiniz hall voltaj değeri ile manyetik alan grafiğini çizin.
17. Bu grafiklerin eğimlerini hesap edip Tablo 2.1 e not alın. Eğimleri ve 8. denklemi kullanarak her kontrol akımına eş gelen Hall katsayısını ardından yük yoğunluğunu hesap edip Tablo 1.2 ye not alın.
18. Bu değerlerin ortalamasını hesaplayıp Tablo 1.2 ye not alın.
19. Yarı iletken maddenin direncini bulmak için önce rezistansı devreye verilen voltaj değerlerini onlara eş gelen kontrol akım değerlerine bölerek hesaplayın , bu değerleri ve ortalama rezistansı Tablo 1.2 ye not alın.
20. Her kontrol akım değerine eş gelen direnci hesaplayın , değerleri ve ortalama direnci Tablo 2.1 not alın. ($\rho = R \frac{sd}{l}$)
21. Her kontrol akım değerine eş gelen iletken değerini hesaplayın , değerleri ve ortalama iletkenlik değerini Tablo 2.1 e not alın. ($\rho = \frac{1}{\sigma}$)

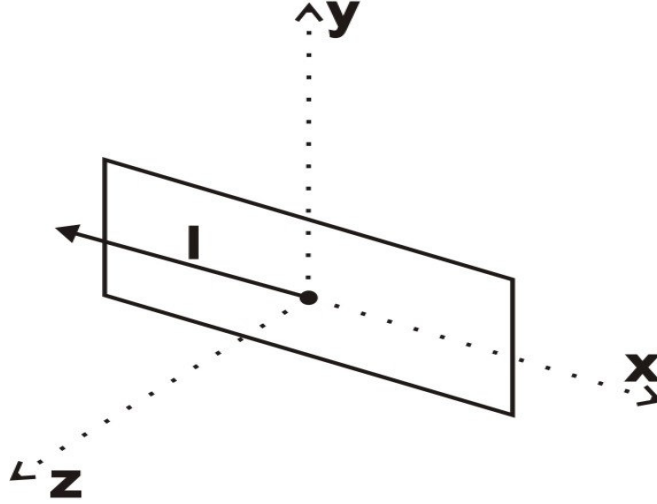
DENEY RAPORU:

Ad Soyad:.....

No:.....

Bölüm:.....

Tarih:.....



Şekil 6

TABLO 1 $I=14,2\text{mA} - V_{\text{app}}=$

Manyetik alan (T)	$V_{H1}(\text{mV})$	$V_{H2}(\text{mV})$	$V_{H\text{-av}}(\text{mV})$

$$I=23,4\text{mA} - V_{\text{app}}=$$

Manyetik alan (T)	$V_{H1}(\text{mV})$	$V_{H2}(\text{mV})$	$V_{H\text{-av}}(\text{mV})$

$$I=36,6\text{mA} - V_{\text{app}}=$$

Manyetik alan (T)	$V_{H1}(\text{mV})$	$V_{H2}(\text{mV})$	$V_{H\text{-av}}(\text{mV})$

$$I=48\text{mA} - V_{\text{app}}=$$

Manyetik alan (T)	$V_{H1}(\text{mV})$	$V_{H2}(\text{mV})$	$V_{H\text{-av}}(\text{mV})$

TABLO 2

Uygulanan Voltaj (mV)	Kontrol Akım (mA)	Hall Katsayısı (m^3C^{-1})	Yük Yoğunluğu (m^{-3})	Rezistans	Direnç	İletkenlik
	Ortalama:					