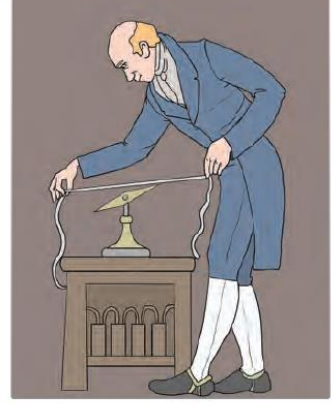


10.Sınıf Fizik Konu Özetleri

1.Ünite : Elektrik ve Manyetizma
4.Bölüm : Akım ve Manyetik Alan

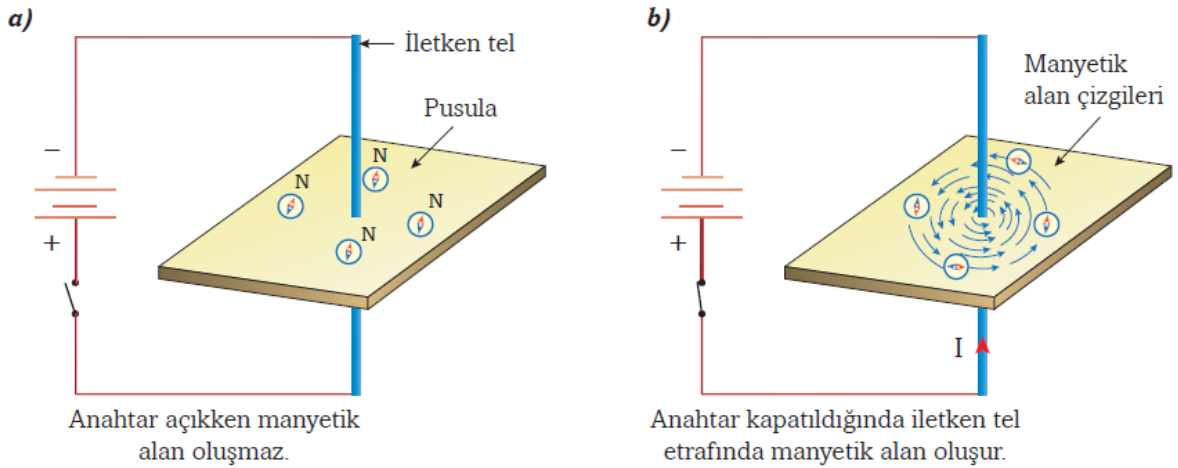
Elektrik Akımı ve Manyetik Alan

19. yüzyılın başlarında Alessandro Volta'nın (1745-1827) kendi adıyla anılan pili (Volta pili) icat etmesiyle elektrik alanındaki çalışmalar büyük bir hız kazanmıştır. Danimarkalı bilim insanı olan Hans Christian Oersted (Hans Kristiyan Orsted, 1777-1851) 1820 yılında yaptığı bir deneyde elektrik akımının manyetik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu gözlemin fizik tarihinde çok önemli bir yeri vardır. Çünkü ilk defa bu deneyle elektrik ile manyetizma arasında bir ilişki olduğu anlaşılmıştır. Deneyde akım taşıyan bir telin yakınındaki pusula iğnelerinin akımın oluşturduğu manyetik alanın etkisiyle belli yönlere saptığı gözlenmiştir (Görsel 1.80). Hareketsiz yüklerin manyetik alanlar üretmediği biliniyordu. Bu yüzden yüklerin hareketi başka bir ifadeyle elektrik akımı manyetik alanı üretmiş olmalıydı.



Görsel 1.80: Hans Christian Oersted (1777-1851) (Görsel temsildir)

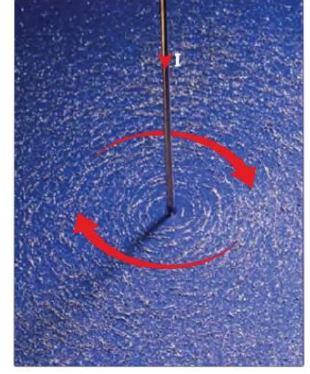
Bilindiği gibi pusula iğnesi ancak manyetik alan etkisiyle sapar. Görsel 1.81.a'da verilen devrenin anahtarı açıkken iletken telin çevresine yerleştirilen bütün pusula iğneleri Dünya'nın manyetik alanının etkisiyle kuzeyi gösterir. Aynı devrenin anahtarı kapatılıp telden akımın geçmesi sağlandığında pusula iğneleri sapmaya uğrar. Dünya'nın manyetik alanı göz ardı edilirse bu sapmanın elektrik akımından kaynaklanan manyetik alanın etkisiyle meydana geldiğini söyleyebiliriz. Akım taşıyan bir telin etrafında tele dik düzlemler üzerinde ve merkezinde telin bulunduğu çembersel manyetik alan çizgileri oluşur. Manyetik alanın yönü bu çemberler üzerindeki her bir noktada alan çizgilerine teğettir (Görsel 1.81.b).



Görsel 1.81: İçinden akım geçen bir telin etrafında manyetik alan oluşur.

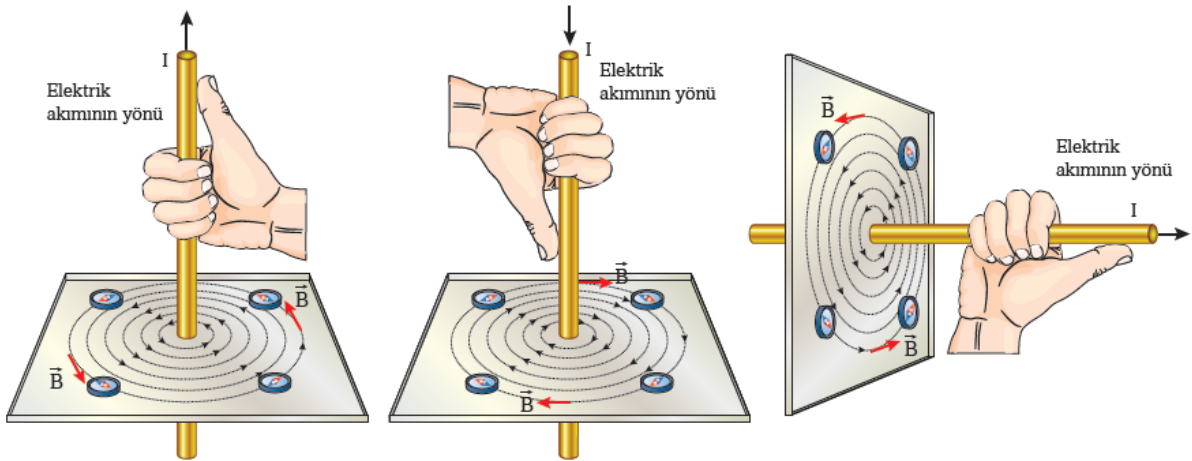
Üzerinden akım geçen bir tel kendisine dik olacak şekilde yerleştirilmiş bir mukavva üzerine serpilmiş demir tozlarının çemberler oluşturacak biçimde sıralanmasına sebep olur. Dolayısıyla elektrik akımından kaynaklanan manyetik alan çizgilerinin de mıknatıslardaki gibi

kapalı ilmekler şeklinde oluştuğu sonucuna ulaşılır. Demir tozları, tele yakın bölgelerde daha belirgin çemberler oluştururken telden uzaklaştıkça çemberler giderek belirsizleşir. Bu sonuç, üzerinden akım geçen telin etrafındaki manyetik alanın şiddetinin telden uzaklaştıkça azaldığını gösterir (Görsel 1.82). Telden belli bir uzaklıktaki manyetik alanın büyüklüğü etkinlikle gözlemlendiği üzere akım şiddetine bağlıdır. Akım şiddeti arttıkça manyetik alanın büyüklüğü de artar.

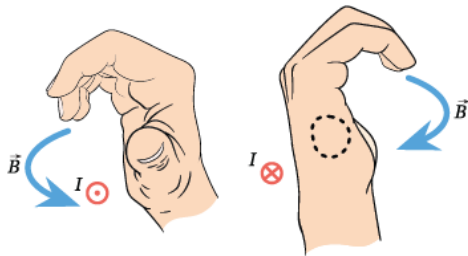


Görsel 1.82: Üzerinden akım geçen düz telin herhangi bir noktada oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü, telden geçen akım şiddeti ile doğru, o noktanın telden uzaklığı ile ters orantılıdır.

Manyetik alan vektörel büyüklük olduğundan manyetik alanın yönünü belirlemek önemlidir. Üzerinden akım geçen bir telin etrafındaki manyetik alanın yönü, sağ el kuralı yardımıyla bulunur. Bunun için akım taşıyan telin baş parmak akımın yönünü gösterecek şekilde avuç içine alındığı hayal edilir. Bu durumda telin etrafında dolanan dört parmak manyetik alanın yönünü gösterir. Sağ el kuralından da anlaşılacağı üzere akımın yönü değiştiğinde manyetik alanın yönü de değişir (Görsel 1.83).



Görsel 1.83: Akım taşıyan bir telin çevresindeki manyetik alanın yönü sağ el kuralıyla bulunur.



Görsel 1.84: Sayfa düzlemine dik olan iletken-den geçen akımın oluşturduğu manyetik alanın sağ el kuralı ile belirlenmesi

Manyetik alan vektörü ile akım her zaman birbirine dik olan düzlemlerde (**Görsel 1.84**) bulunur. Bu iki nicelik sayfa düzlemine dik doğrultuda olduğunda $\odot$ ve $\otimes$ şeklinde olan iki gösterimden yararlanılır.

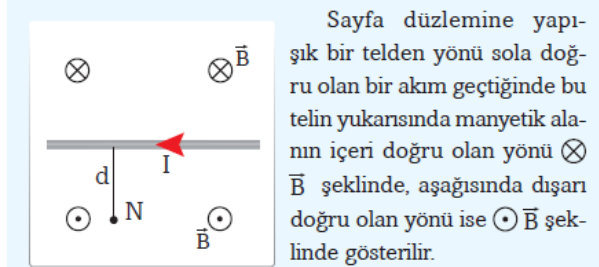
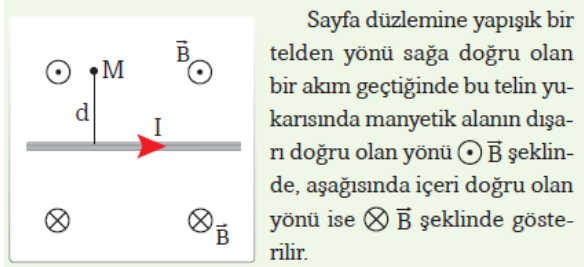
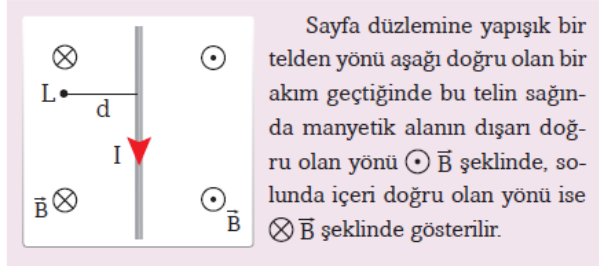
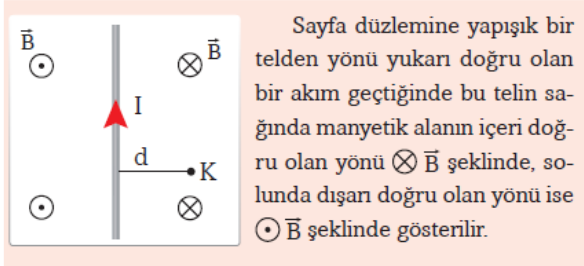
$\odot$ I: Yönü sayfa düzleminden dışarı doğru olan akımı temsil eder.

$\odot$ $\vec{B}$: Yönü sayfa düzleminden dışarı doğru olan manyetik alanı temsil eder.

$\otimes$ I: Yönü sayfa düzleminden içeri doğru olan akımı temsil eder.

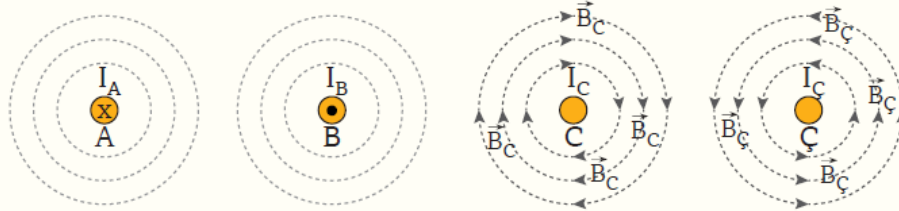
$\otimes$ $\vec{B}$: Yönü sayfa düzleminden içeri doğru olan manyetik alanı temsil eder.

Aşağıda bu gösterimlerin kullanılmasını gerektiren bazı örnekler verilmiştir.



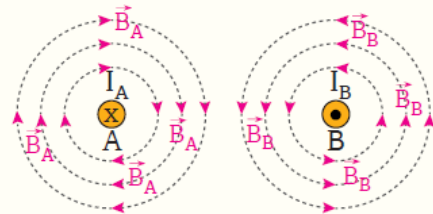
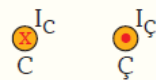
ÖRNEK PROBLEM

Aşağıdaki şekillerde A ve B tellerinin üzerinden geçen akımların yönü, C ve Ç tellerinin ise çevresinde oluşan manyetik alanların yönü verilmiştir. Buna göre I_A ve I_B akımlarından kaynaklanan manyetik alanlar ile $\vec{B}_C$ ve $\vec{B}_\text{Ç}$ manyetik alanlarına sebep olan elektrik akımlarının yönünü belirleyiniz.



ÇÖZÜM

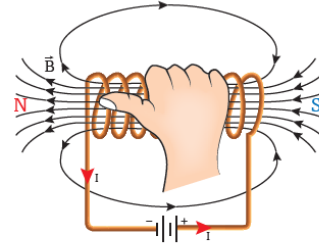
Bu soruyu cevaplamak için, sağ el kuralından yararlanılır. Bu kurala göre **Görsel 1.84**'teki sağ elin açık tutulan başparmağı akımla aynı yönü gösterdiğinde diğer dört parmağın kıvrıldığı yön manyetik alanın yönünü belirtir. Sağ el kuralı sırasıyla A, B, C ve Ç tellerine uygulandığında I_A ve I_B akımlarından kaynaklanan manyetik alanların yandaki gibi, $\vec{B}_C$, $\vec{B}_\text{Ç}$ manyetik alanlarına sebep olan elektrik akımlarının ise aşağıdaki gibi olduğu belirlenir.



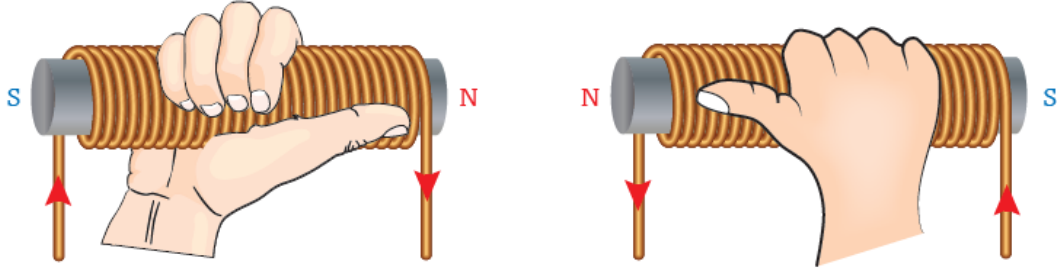
Elektromıknatıslık

Çok uzun bir tel yan yana halkalar hâline getirilerek telin üzerinden akım geçirildiğinde halkaların içinde manyetik alan oluşur. Birim uzunluğa ne kadar çok halka yerleştirilirse halkaların içindeki manyetik alan şiddeti de o oranda büyük olur. Çok sayıda akım halkasından oluşan bu silindirik biçimli yapıya solenoid, bobin ya da akım makarası denir. Solenoidin merkezindeki manyetik alanın yönü de sağ el kuralıyla bulunur. Solenoid, sağ elin dört parmağı halkalar üzerinden geçen akım yönünü gösterecek şekilde avuç içine alınırsa dört parmağa dik olarak açılan baş parmak manyetik alanın yönünü gösterir. Görsel 1.85'te görüldüğü gibi

bobinin manyetik alan çizgileri bir çubuk mıknatısın manyetik alan çizgilerine benzer biçimde oluşur. Alan çizgilerinin bobinden çıktığı taraf N (kuzey), bobine girdiği taraf ise S (güney) kutup gibi davranır. Eğer bu halkaların içine bir demir çekirdek yerleştirilirse demir çekirdek mıknatıs hâlini alır. Elektrik akımı kullanılarak elde edilen bu tür mıknatlara elektromıknatıs denir. Elektromıknatısın kutupları, üzerindeki sarımlardan geçen akımın yönüne göre oluşur ve kutuplar, Görsel 1.86'dan da anlaşılacağı üzere sağ el kuralıyla belirlenir.

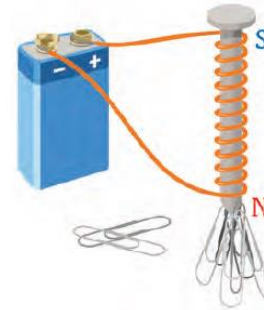


Görsel 1.85: Bir solenoidin manyetik alanı.



Görsel 1.86: Elektromıknatısın kutuplarının sağ el kuralı ile gösterimi.

Bir demir çekirdek, dışı yalıtkanla kaplı telle sarıldıktan sonra uygun bir güç kaynağına bağlandığında, ihtiyaca göre bir mıknatıs elde edilmiş olur. Elektromıknatısın en basit örneği Görsel 1.87'de olduğu gibi çivi üzerine sıkıca sarılan tellerin uçlarının bir pile bağlanmasıyla oluşan mıknatıstır. Böyle bir düzenerle manyetik alanın şiddeti, istendiği ölçüde daha güçlü veya zayıf hâle getirilebilir. Elektromıknatıslar geçici mıknatıslardır, akım kesildiğinde mıknatıslık özelliği kaybolur. Demir çekirdek üzerine sarılı halkalardan geçen akımın yönü değiştiğinde elektromıknatısın kutupları da yer değiştirir.



Görsel 1.87: Bir beton çivisine sarılı telden elektrik akımı geçirilirse çivi mıknatıslanır.



Görsel 1.88: Metal hurdaların geri dönüşüm için ayrılmasında elektromıknatıs kullanılır.

Akım şiddetinin değiştirilmesiyle güçlü ve ayarlanabilir elektromıknatısların elde edilmesiyle, bu mıknatıslardan oldukça farklı avantajlar sağlanmaktadır. Günümüzde elektromıknatıslar için, büyük ölçekli sanayi makinelerinden küçük ölçekli elektronik bileşenlere kadar sayısız uygulama alanı bulunmaktadır. Bu uygulama alanları;

- Döküm imalathaneleri ve demir-çelik fabrikalarında,
- Elektrikli trenlerin ve asansörlerin fren sistemlerinde,
- Evlerde, iş yerlerinde ve endüstride kullanılan çok değişik tipteki motorlarda,
- Elektrik enerjisinin iletiminde kullanılan gerilim yükseltmedüşürme transformatörlerinde,
- Elektromekanik etkilerle çalışan kontrol ve ölçüm aletlerinde,
- Evlerdeki elektromekanik kapı zillerinde, kapı otomatiklerinde; buzdolabı, çamaşır makinesi gibi beyaz eşyaların motorlarında,
- Hurdaların içerisinde demir ve çelik içeren parçaları ayırmada kullanılan elektromıknatıslı vinçlerde (Görsel 1.88),

- Hızlı tren sistemlerinde,
- Haberleşmede ses ve görüntü iletiminde, radyo, televizyon, müzik çalar gibi cihazların hoparlörlerinde ve mikrofonlarda,
- Manyetik kayıt ve veri depolama cihazlarında,
- Birçok elektronik cihazın adaptörlerinde koruma amaçlı kullanılan rölelerde, devre kesicilerde ve sigortalarda kullanılır.

Ayrıca elektromıknatıslar, özellikle süperiletkenlik ve hızlandırıcılar söz konusu olduğunda, bilimsel araştırma ve deneyler yapmak için de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çok güçlü manyetik alanlar oluşturan süperiletken elektromıknatıslar genellikle bilimsel araştırma ve tıbbi teşhis ve tedavi ekipmanlarında bulunur. Bunlar arasında hastanelerdeki manyetik rezonans görüntüleme (MR) makineleri ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektrometreleri sayılabilir.

Elektromıknatısların yukarıda sıralanan kullanım alanlarına bakıldığında genellikle hareket gerektiren düzeneklerin elektromıknatıs içerdiği görülür. Bu sebeple elektromıknatıslı vinç, devre kesiciler, elektromekanik kapı zili ve ampermetre gibi ölçüm araçlarının çalışmasının da yaklaşık aynı prensiplere dayandığı söylenebilir. Bu anlayışla elektromekanik kapı zilinin nasıl çalıştığını izah etmek diğer düzeneklerin de çalışmasındaki sürecin anlaşılmasını sağlayacaktır.

Bir elektromekanik kapı zili nasıl çalışır?

I. Adım: Anahtar açık ve metal kol, tokmaktan uzaktadır.

Anahtar kapatıldığında akımdan dolayı demir çekirdekler mıknatıs hâline gelir.

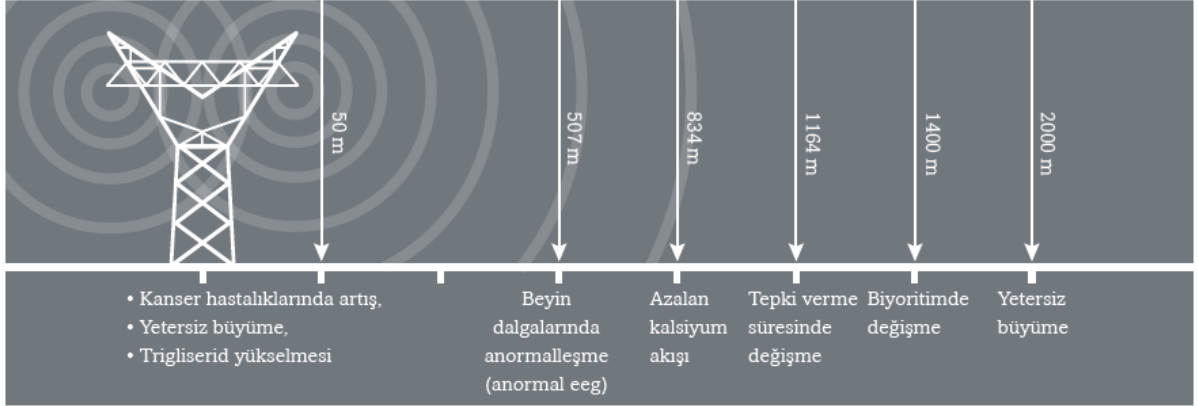
II. Adım: Mıknatıslanmış çekirdekler (elektromıknatıslar) palet denen bağlantı parçasını kendisine doğru çekerken paletin ucundaki tokmak çana çarpar. Bu sırada paletle bağlı çelik yayla ayar vidasının arası açılır ve devreden geçen akım kesilir.

III. Adım: Elektromıknatıs, mıknatıslık özelliğini kaybederek paleti bırakır. Çelik yay tekrar ayar vidasına dokunur. Devreden yeniden akım geçerken palet tekrar çekilerek ucundaki tokmak çana çarpar. Anahtar kapalı olduğu sürece bu süreç tekrar eder. Akımın çok kısa aralıklarla sağlanması sonucunda oluşan manyetik etkideki değişme çanda sürekliliği olan bir ses meydana getirir.

Manyetik Alanların Canlılar Üzerindeki Etkileri

Çevrenizdeki canlı cansız bütün varlıklar -zayıf ya da güçlü- belli oranda manyetik özelliklere sahiptir. Dünya'nın manyetik etkileri de göz önüne alınarak varlıkların iç bölgesi de dâhil olmak üzere her ortamın manyetik alanların etkisinde olduğu söylenebilir. Canlı vücudundaki manyetik alan, dış alanların yanında kendi bünyesindeki yüklü taneciklerin hareketinden de kaynaklanır. Canlıların kendi iç manyetik alanı ile Dünya'nın oluşturduğu manyetik alana canlı bünyesi uyum sağlamış durumdadır. Bazen bu uyum yüksek gerilim hatları ya da başka güçlü manyetik alan kaynaklarından dolayı bozulabilmektedir. Manyetik alanların insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkileri konusunda tartışmalar olmakla birlikte bu alanların uyku düzeninden, stres düzeyine; bağışıklık sisteminden, DNA yapısına kadar her şeyi etkilediği de belirtilmektedir.

Dünyanın farklı yerlerinde yüksek gerilim hatlarına yaklaşıldıkça kanser ve diğer sağlık sorunları riskinin arttığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Görsel 1.91).



Görsel 1.91: 765 kV'luk yüksek gerilime sahip enerji nakil hattının belli mesafelerde oluşturduğu manyetik alanlar da gözlenen biyolojik etkiler.

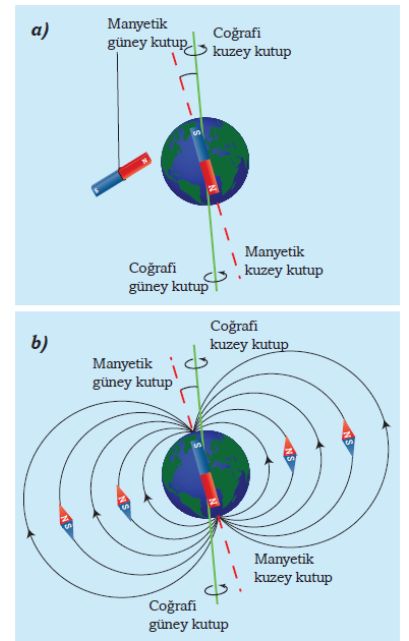
Araştırmalara göre yüksek gerilim hatları çocuklarda lösemi ya da beyin kanserine neden olmaktadır. 1988 ve 1991'de ABD'de; 1992'de İsveç ve Meksika'da; 1993'te Danimarka'da yapılan araştırmalar, çocuklarda görülen kanserlerle, özellikle de lösemiyle, iletişim hatlarına yakın yaşama arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Finlandiya'da yapılan araştırmalarda elektromanyetik alanların çok sık etkisinde kalan endüstriyel donanım işçileri, telefon hattı işçileri, elektrik santralleri ve trafo merkezlerinde çalışan işçilerin alzheimer hastalığına normal insanlara göre erkeklerde 4-9 kat, kadınlarda 3-4 kat daha çok yakalandığı görülmüştür. Enerji iletim hatlarına 40 m'den daha yakın yaşayan çocukların normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığı, Finlandiya'da yapılan bir başka araştırmada ise erkek çocukların merkezi sinir sisteminde oluşan tümörlerle iletim hatları arasında ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan araştırmalar, yüksek gerilim hatlarından dolayı oluşan manyetik alanların baş ağrısı, yorgunluk, uykusuzluk, karıncalanma, kurdeşen ve kas ağrısı gibi sorunlara yol açabileceğini göstermektedir.

Manyetik Dünya

Bugüne kadar hiç kimse dünyanın merkezine bir yolculuğa çıkabilmiş değildir. Ancak depremlerin şok dalgalarının gezegen boyunca ilerlemesini inceleyen bilim insanları, manyetik alana kaynaklık ettiğini düşündükleri yerkürenin iç yapısını anlamaya çalışmışlardır. Dünya'nın manyetik alanının var oluş sebebini açıklamaya çalışan farklı görüşler olsa da bu konuda günümüze kadar tutarlı bir teori oluşmuş değildir.

Ortasından iplikle asılan bir çubuk mıknatıs, yatay düzlemde bir süre ileri geri salınım hareketi yaptıktan sonra yaklaşık kuzey-güney doğrultusunu alarak durur (Görsel 1.92.a). Bu olay, asılı mıknatısın bir manyetik alanın etkisinde olduğunu



Görsel 1.92: a) Ortasından iplikle asılan bir çubuk mıknatıs Dünya'nın manyetik alanıyla aynı hizaya gelir. b) Pusula iğneleri her noktada Dünya'nın manyetik alan çizgileri ile hizalanır.

gösterir. Olayın sebebi Dünya'nın merkezinde çok büyük bir çubuk mıknatısın varlığından kaynaklanırcasına uzaya uzanan manyetik alanla çevrili olmasıdır. Gerçekte Dünya'nın merkezinde böyle bir çubuk mıknatıs yoktur. Bu, Dünya'nın manyetik alanını anlaşılır hâle getirmek için kullanılan bir modeldir (Görsel 1.92.b).

Daha önceden de belirtildiği gibi şekli, yapısı ve çekim etkisi ne olursa olsun tüm mıknatısların biri kuzey, diğeri güney olmak üzere iki kutbu vardır. Her mıknatısın kuzey kutbu başka bir mıknatısın güney kutbu tarafına çekilir. Dünya, bu şekilde mıknatıslarla etkileşime girebilen bir mıknatıs gibi davranır. Dolayısıyla bir pusula ibresinin kuzey ucu, Dünya'nın manyetik alanı ile hizalanır. Dünya'nın manyetik güney kutbu pusula ibresinin kuzey ucunu çekeceğinden, sadece gezegenimizin manyetik alanının etkisinde kalan bir pusula kuzeyi gösterecektir. Bu kuzey "gerçek kuzey" olarak adlandırılan coğrafi kuzey değildir. Bunun sebebi, Dünya'nın manyetik güney kutbunun coğrafi kuzey kutbu ile aynı olmamasıdır. Manyetik güney kutbu, Kanada'daki gerçek kuzeyin yaklaşık 1500 km güneyindedir. Coğrafi ve manyetik kutupların farklı yerlerde olması özellikle uzun mesafelerde varılacak hedeften sapmalara yol açar. Bu durum deniz yolu ulaşımında gemi kaptanlarının, hava yolu ulaşımında uçak pilotlarının işlerini zorlaştırır. Bu zorluk, yerel manyetik haritalar ve kalibrasyon grafikleri yardımıyla sapma düzeltilmesi yapılarak aşılmaktadır. Pusula kullanan kaptan ve pilot için işleri daha da zorlaştıran bir başka husus da manyetik kuzey kutbunun sabit bir nokta olmamasıdır. Dünyanın manyetik alanı değiştikçe manyetik kuzey kutbu hareket eder.

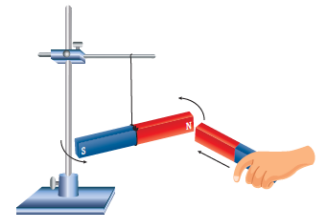
Dünya'nın manyetik alanı yeryüzünü Güneş'in yaydığı yüksek enerjili yüklü parçacıklardan (güneş rüzgârları) ve bu parçacıkların ivmelenmesiyle oluşan zararlı ışınlardan bir kalkan gibi korur. Aksi hâlde atmosferde radyasyon yoğunlaşması ve atmosfer erozyonu yaşanacağından Dünya'daki sağlıklı yaşam tehdit altında olurdu.

Ayrıca Güneş'ten yayılan yüklü parçacıklar Dünya'nın manyetik alanının etkisiyle kutuplara yönelir. Bu bölgelerde atmosferdeki gazlarla etkileşerek kutup ışıkları (aurora) adı verilen doğal ışımlar meydana getirir.

Birçok hayvan, Dünya'nın manyetik alanına pusula gibi tepki gösteren doğal bir yeteneğe sahiptir. Örneğin bir deniz kaplumbağası beyindeki manyetik özellikli mineral sayesinde Dünya'nın manyetik alanını algılar ve bunu geçiş yollarında kaybolmamak için kullanır. Bir alanda otlamakta olan ineklerin kendilerini Dünya'nın manyetik alanı ile hizalama eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Birçok göçmen kuş türü, yunus ve balının beyinlerindeki bazı atom ve moleküller küçük birer mıknatıs gibi davranır. Bu sayede Dünya'nın manyetik alanını hisseden canlılar yönlerini şaşırmas. Bal arıları, nektar ve polen bakımından zengin bir çiçek yatağı bulduğunda oraya gitmek ve oradan dönmek için harekete geçtiğinde aktive olan doğal bir pusulaya sahiptir. Benzer şekilde bakteriler, termitler, istakozlar, semenderler, fareler ve yarasalar da Dünya'nın manyetik alanına duyarlı canlılardır.

Dünya'nın manyetik alanından insanlar pusula aracılığıyla navigasyon amaçlı yararlanır.

Serbestçe dönebilecek biçimde ortasından iplikle asılmış bir çubuk mıknatıs düşününüz. Bu mıknatısa başka bir mıknatıs yaklaştırıldığında yakın kutupların cinsine bağlı olarak asılı durumdaki mıknatıs belli bir yönde dönerek dengeye gelir (Görsel 1.95). Bir pusulanın çalışması

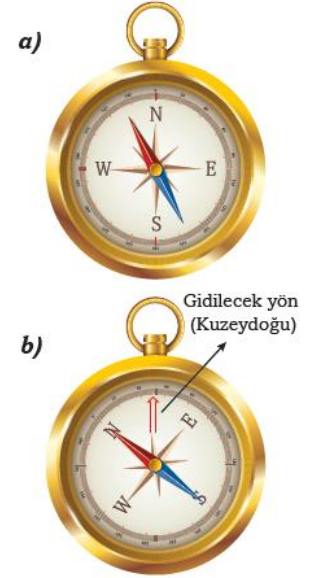


Görsel 1.95: Asılı mıknatıs, yaklaştırılan başka bir mıknatısın etkisiyle dönerek dengeye gelir.

da bu uygulamayla aynıdır. Aradaki tek fark ise pusulanın mıknatıs olan iğnesinin başka bir mıknatıs değil Dünya'nın manyetik alanı etkisiyle sapmasıdır. Bir pusulanın yakınında manyetik bir madde yoksa pusula nerede olursa olsun hep Dünya'nın manyetik alanı yönünde hizalanır. Pusulanın yer değiştirmesi kuzeye yönelmesini engellemez.

Dünya'nın manyetik alanı, bir çubuk mıknatısın manyetik alanından, hatta buzdolabı üzerine yapıştırdığınız basit mıknatısların alanından daha zayıftır. Bu sebeple pusula yakınına herhangi bir kalıcı mıknatıs getirildiğinde, pusula iğnesi Dünya'nın manyetik alanından ziyade o mıknatısın manyetik alanı ile hizalanır. Pusula kullanırken bu hususun göz önüne alınması, doğru yönü bulma açısından oldukça önemlidir.

Dünya'nın manyetik kuzey kutbu, coğrafi güney kutbu yakınına; manyetik güney kutbu da coğrafi kuzey kutbu yakınına yerleşmiştir. Bu durumda pusula ibresinin kuzey kutbu, Dünya'nın manyetik güney kutbu tarafından çekilir ve pusula ibresinin kuzey kutbu, Dünya'nın coğrafi kuzeyini yaklaşık işaret eder. Ormanda kaybolmuş biri yanında bulunan pusulayı bu bilgiler doğrultusunda kullanmayı biliyorsa yönünü bulup evine kolayca dönebilir. Varsayalım ki kişi kuzeydoğu yönünde gitmek istesin. Bunun için pusula yatay konuma getirilir ve ibresinin dengeye gelmesi beklenir. Yine varsayalım ki dengeye gelmiş pusula ibresi Görsel 1.96.a'daki konumu almış olsun. Bu durumda pusulanın döner kapsülü, pusula ibresinin kırmızı ucu (N kutbu) kadran üzerinde yazılı olan N ile çakışacak şekilde döndürülür. Pusulaya göre kuzeydoğu yönü belirlenerek istenilen istikamete doğru yol alınır (Görsel 1.96.b). Dünya'nın manyetik alanıyla çalışan pusula yardımıyla olası olumsuz sonuçlardan kurtulmak, fiziğin bireye yaşam becerisi kazandırması bakımından önemli bir örnek olarak değerlendirilebilir.



Görsel 1.96: Pusula ile hareket yönü tayini