

Temel Elektrik Kavramlar

Aşağıdaki notlar, D.J.Griffit's in Elektromanyetik Teori kitabından alınmıştır.

1- Elektrik Alan (E)

Yüklü bir cisim, fazla elektron veya protonu olan bir cisimdir. Cisimdeki bu fazla net yükün büyüklüğü, fazla olan bu elektron veya protonların sayısına eşittir.

q_1, q_2, q_3 gibi bazı elektrik yükler (kaynak yükler) olsun. Bu yükler, diğer bir deneme yükü olan Q yükü (denem yükü) üzerinde hangi kuvveti etki ettirir.

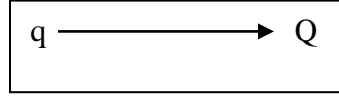
Burada, bütün kaynak yüklerin durağan olduğunu (**durgun elektrik**) varsayalım. Bu durumda deneme yükü hareketli olabilir.

Coulomb Yasası: Bir Q deneme yükü üzerine r kadar uzakta duran bir tek noktasal q yükünden kaynaklanan kuvvet nedir? Yanıtı deneylere dayanarak geliştirilen *Coulomb yasası* ile verilir:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}$$

ϵ_0 sabiti serbest uzayın geçirgenliği, \hat{r} ise kuvvetin yönüdür. Kuvvetin Newton(N), uzaklığın metre(m), ve yükün kulon (C) ile verildiği SI birim sisteminde

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$



Sözle ifade edilirse, kuvvet yüklerin çarpımı ile doğru orantılı ve aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Kuvvet q -' dan Q ya olan çizgi boyuncaadır. Burada r , q ve Q arasındaki mesafedir.

Coulomb yasası ve toplanabilirlik ilkesi durgun elektriğin fiziksel girdisidir.

Elektrik Alan (E); Q ' dan farklı uzaklıklarda q_1, q_2, q_3 yükleri bulunuyorsa, Q üzerindeki toplam kuvvet, her bir yükün uyguladığı kuvvetlerin toplamına eşittir:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \dots = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 \hat{r}_1}{r_1^2} + \frac{q_2 \hat{r}_2}{r_2^2} + \frac{q_3 \hat{r}_3}{r_3^2} \dots \right) = Q.E(r)$$

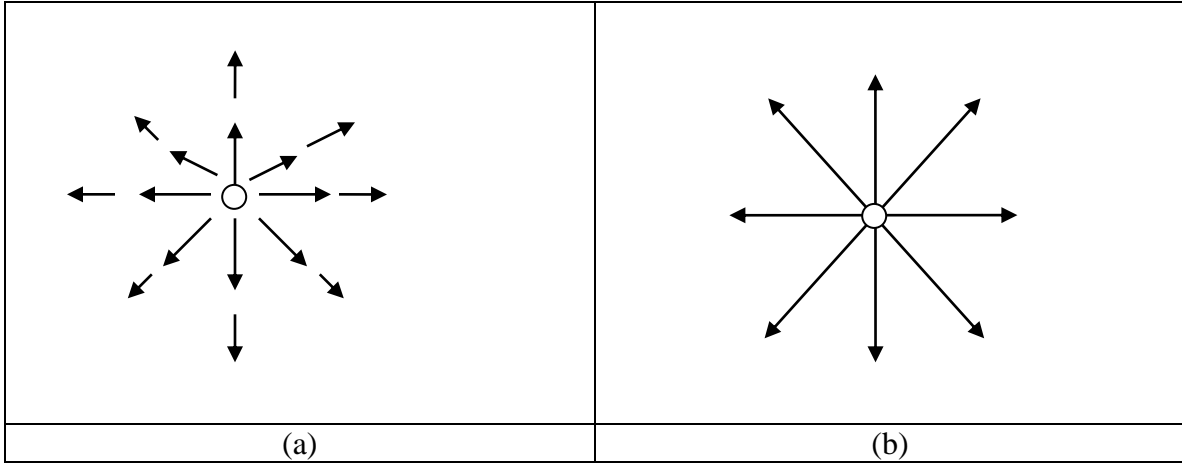
Burada E , kaynak yüklerin **elektrik alanı** denir ve aşağıdaki gibi verilir.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i \hat{r}_i}{r_i^2} \quad (1)$$

Elektrik alan noktadan noktaya değişen bir vektörel niceliktir. Kaynak yüklerin şekillenimi ile belirlenebilir. *Fiziksel olarak $E(r)$, P noktasına bir deneme yükü koysaydınız, bu yük üzerine birim yük başına uygulanacak olan kuvvettir.*

Bir elektrik alan tam olarak nedir? Alan, herhangi bir elektrik yükünün yakınındaki uzayı dolduran "gerçek bir fiziksel varlık" olarak düşünülebilir.

Alan Çizgileri; Bir tek noktasal q yükü için elektrik alan denklem (1) de verilmişti. Bu alanı temsil eden Şekil 1a' daki birkaç temsil edici vektör çizebilirim. Başlangıç noktasından uzağa gidildikçe vektörler daha kısa hale gelirler; yönelimleri ise daima yarıçapsal olarak dıőa doğrudur. Fakat bu alanı temsil etmenin daha güzel bir yolu vardır. Bu alan çizgileri olmak üzere okları birleőtirmektedir (Şekil 1b). Burada alanın büyüklüğü, alan çizgilerinin yoğunlu ile gösterilir. Alan çizgilerinin birbirine yakın olduğu merkez yakınında alan kuvvetlidir. Çizdilerin görece daha ayrık olduğu uzaklarda ise alan zayıftır.



Gerçekte alan çizgisi açıklayıcıdır. Çünkü onları iki boyutlu bir yüzey üzerine çizdiğimde r -yarıçaplı bir çemberden geçen çizgilerin yoğunluğu, toplam çizgi sayısının çevre uzunluğuna bölümü ($n/2\pi \cdot r$) olup $(1/r)$ şeklinde değişir, $(1/r^2)$ şeklinde değil. Fakat modeli üç boyutta düşünürseniz (iğnelerin bütün yölerde dıőarı çıktığı bir iğne yastığı), o zaman çizgilerin yoğunluğu toplam çizgi sayısının küre alanı ile bölümüdür ($n/4\pi r^2$) ve $(1/r^2)$ şeklinde değişir.

Alan çizgileri pozitif yüklerden başlarlar ve negatif yüklerin üzerinde son bulurlar; sonsuza kadar uzansalar bile, basitçe havada orta yerde son bulmazlar. Bundan başkân, alan çizgileri asla kesişmezler-kesişme noktasında, alan birden bire iki farklı yönelime sahip olur.

2- Elektrik Gerilim (V- potansiyel) (s.78)

Elektrik alan E yalnızca eski bir vektör fonksiyon olmayıp rotasyoneli daima sıfır alan çok özel bir vektör fonksiyondur. Rotasyoneli sıfır olan her vektörün bir skalerin gradyanına eşit olduğunu ileri sürer.

E' ni her kapalı ilmek etrafında çizgi integrali sıfırdır (Bu Stokes teoreminin bir sonucudur). $\oint E dl = 0$ olduğundan dolayı E' nin a noktasından b noktasına çizgi integrali bütün yollar için aynıdır. Çizgi integraliyoldan bağımsız olduğu için aşağıdaki gibi bir fonksiyon tanımlanabilir.

$$V(r) \equiv -\int_0^r E dl$$

Burada O, önceden üzerinde anlaşılan bir referans noktadır. Bu durumda V yalnızca r noktasına bağlıdır. V **elektrik potansiyel** adını alır. Bir a ve b noktası arasındaki potansiyel farkı

$$V(b) - V(a) \equiv -\int_0^b E dl + \int_0^a E dl = -\int_a^b E dl$$

Şimdi gradyenler için temel teorem

$$V(b) - V(a) = -\int_a^b \nabla V dl = -\int_a^b E dl$$

Şeklinde yazılabilir. Son denklem a ve b noktaları için doğru olduğundan dolayı integral içleri eşit olmalıdır:

$$E = -\nabla V$$

Son denklem elektrik alanın bir skaler potansiyelin gradyanı olduğunu söyler. Burada yoldan bağımsızlığın ince fakat hayati role dikkat ediniz.

Potansiyel ile ilgili eleştiriler:

Potansiyel ve potansiyel enerji birbirlerinden farklı kavramlardır.

Özdirenç (ρ):

Bir malzemenin elektrik akımına karşı gösterdiği direnç özdirenç olarak bilinir. Bir maddenin **özdirenci**, kesiti $1m^2$, boyu $1m$ olan bir parçanın direncidir.

L uzunluğunda **R** dirençli silindirik şekline herhangi bir materyalin, **A** alanlı iki karşılıklı yüzü arasındaki elektrik özdirenç

$$\rho = \frac{RA}{L} (\text{ohm} - m),$$

Bir materyalden bir **I** akımı geçirildiğinde, silindirin iki ucu arasında bir **V** gerilimi oluşur. Bu gerilim uygulanan akım ile doğru orantılıdır ve bu ikisinin oranı direnç (**R**) olarak tanımlanır ve **R=V/I**

Formülü ile hesaplanır.

Formülü ile hesaplanır.

Bir akımın akması için, yükleri itmemiz gerekir. Verilen bir itmeye karşılık olarak onların ne kadar hızlı hareket edeceği malzemenin yapısına bağlıdır.

Cam veya lastik gibi yalıtkanlarda, her electron belirli bir atoma bağlıdır. Bunun tersine, bir iletkende ise atom başına bir veya daha fazla electron istediği gibi malzeme içinde dolaşmakta serbesttir. Tuzlu su gibi sıvı iletkenlerde ise hareketli olan iyonlardır.

İdeal iletkenlerin temel durgun elektrik özellikleri şöyle sıralanabilir:

- i) Bir iletkenin içinde $E=0$ dır. Çünkü herhangi bir alan bulunsaydı, bu serbest yükler hareket ederdi.
- ii) Bir iletkenin içinde $q=0$ dır. Bu Gauss yasasından elde edilir. $\nabla \cdot E = \rho / \epsilon_0$ ve $E=0$ dır.
- iii) Herhangi bir net yük yüzeyde bulunur.
- iv) Bir iletken bir eş potansiyeldir.
- v) Bir iletkenin hemen dışında E yüzeye diktir.

Ohm Yasası

Çoğu maddeler için akım yoğunluğu birim yük başına kuvvet, E ile orantılıdır.

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$$

Orantılılık sabiti (σ ve birimi Siemens/m dir) bir malzemedeki değerine değişen deneysel bir sabittir ve buna ortamın **iletkenliği** denir. İletkenliğin tersi öz direnç ($\rho = 1/\sigma$) olarak bilinir ve değişik malzemelerin öz dirençleri listeler halinde değişik kitaplarda verilir. Değerleri

Bir iletkenin birim uzunluk ve birim kesitteki parçasının, elektrik akımına karşı gösterdiği direnç. Öz direncin birimi "ohm.cm" olup, 1 ohm.cm, bir cm uzunluğunda ve 1 cm² kesitli bir iletkenin direncine eşittir.

Bir iletkenin öz direnci, iletkenin cinsine, sıcaklığına da bağlıdır. 0°C de direnci R_0 ve öz direnci ρ_0 olan bir iletkenin t °C'deki direnci (R) ve öz direnci (ρ):

$$R = R_0 (1 + \alpha t), \quad \rho = \rho_0 (1 + \alpha t) \text{ olur.}$$

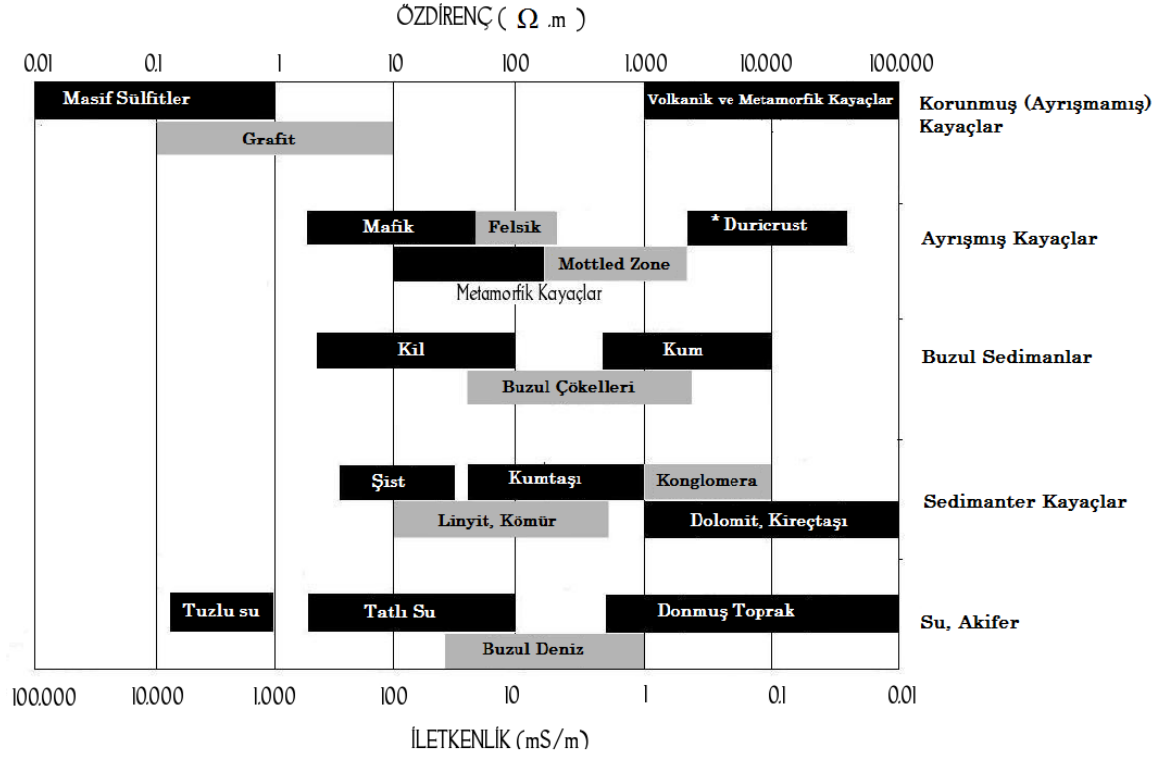
- (a), öz direncin sıcaklıkla değişme katsayısı olup maddenin iletkenlerde pozitif, elektrolitlerde, kömür, cam ve porselende negatif; konstantan ve magnanin gibi bazı alaşımlarda ise hemen hemen sıfırdır.

Metaller soğukken öz direnç düşer, sıcakken artar. Bir ametal olan karbonun öz direnci, sıcaklıkla azalır. Bazı metal bileşiklerinin öz direnci (meselâ selenyum) sıcaklıktan etkilenmez. Bundan başka selenyumun öz direnci aydınlanmanın, bizmutunki ise içinde bulunduğu manyetik alanın şiddetinin tesirindedir. Mutlak sıfır noktasında (-273°C) bütün iletkenlerin öz direnci sıfıra eşittir. Öz direnç ne kadar küçükse iletkenlik o derece iyidir. Bazı önemli metallerin öz direnci ohm x cm cinsinden şöyledir:

KAYAÇLARIN ELEKTRİK ÖZELLİKLERİ

Elektrik yöntemler kayaçların üç temel özelliğini kullanırlar. Bunlar

- Özdirenç (veya tersi iletkenlik): Belli bir elektrik akımının, bir kayaktan geçerken belli bir gerilim farkı oluşturmasıdır.
- Elektrodlar arasında oluşan elektrokimyasal aktiviteler
- Dielektrik Sabiti: Kayaç parçacığının saklayabileceği



* Duricrust-İnce, sert birkaç mm'lik sıkışmış tabaka.
(Butler, (2005)' dan alınmıştır)