

BÖLÜM II

DÜZLEM ELEKTROMANYETİK DALGALAR

1. GİRİŞ

Bir elektromanyetik dalga, elektrik ve manyetik alanından oluşur. Eğer bu iki alan, içinde bulunduğu ortamda hem birbirine hem de yayılma doğrultusuna dâimâ dik kalıyorlarsa, bu elektromanyetik dalgaya düzlem elektromanyetik dalga denir.

Serbest uzaydaki elektrik ya da manyetik alanın dalga denkleminin

$$\nabla^2 \mathbf{u}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{u}(\mathbf{r}, t)}{\partial t^2} \quad (1)$$

ifâdesi ile temsil edildiğini ve bu düzlem elektromanyetik dalganın ya elektrik ya da manyetik alanında yayılma doğrultusundaki bileşenin olmadığını geçen bölümden biliyoruz. Bu yüzden, burada \mathbf{r} vektörü iki boyutlu olarak düşünülmelidir. Bu taktirde bu denklem, genliği \mathbf{r} ve t 'ye göre değişen fakat uzayda \mathbf{r} vektörüne dik doğrultuda c hızı ile yayılan bir dalga denklemini ifâde etmektedir. Nitekim, genel anlamda

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (2)$$

$$\mathbf{r} = y\mathbf{a}_y + z\mathbf{a}_z \quad (3)$$

ifâdeleri dikkate alındığında, x doğrultusunda c hızı ile yayılan x ve t 'ye göre değişen bir elektrik alanı ve bir manyetik alan için, sırasıyla, $\mathbf{u}(\mathbf{r}, t) \rightarrow u(x, t) \rightarrow u = u_y(x, t) = E_y(x, t)$ ve $\mathbf{u}(\mathbf{r}, t) \rightarrow u(x, t) = u = u_z(x, t) = H_z(x, t)$ alınabilir. Bu durumda x doğrultusundaki bir düzlem elektromanyetik dalga yayılımı için

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \quad (4)$$

olur.

Bu söylenenlerin (1)'de kullanılmasıyla

$$\frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial t^2} \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 H_z(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 H_z(x, t)}{\partial t^2} \quad (7)$$

elde edilir. Geçen bölümde (6) ve (7) denklemlerinin, dik kartezyen koordinat sisteminde x doğrultusunda c hızı ile yayılan bir elektromanyetik dalgayı temsil ettiğinin gösterildiğini hatırlayınız.

Eğer ϵ dielektrik sâbiti ile μ manyetik geçirgenlik sâbitinin temsil ettiği bir ortam içinde y doğrultusunda değişen elektrik alanı ve z doğrultusunda değişen manyetik alan tarafından temsil edilen ve her hangi ortam içinde x doğrultusunda v hızı ile yayılan bir elektromanyetik dalga söz konusu olursa, o zaman elektromanyetik dalganın faz hızı olarak

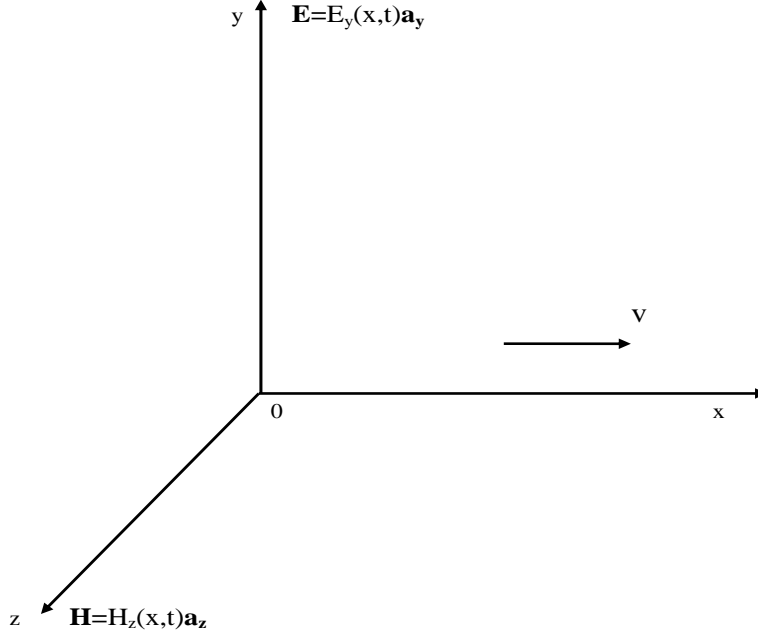
$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (8)$$

alındığı; elektromanyetik dalganın ise

$$\frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial t^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2 H_z(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 H_z(x, t)}{\partial t^2} \quad (10)$$

olduğu da bilinmektedir (Şekil 1). Burada y doğrultusunda değişen elektrik alan vektörü ve z doğrultusunda değişen manyetik alan vektörü başlangıç noktasında kesişerek y0z düzlemini meydana getirmektedir. Görüldüğü gibi bu düzlem x eksenini doğrultusunda v hızı ile seçilen uzayda yayılmaktadır.



Şekil 1 Serbest uzayda x doğrultusunda c hızı ile yayılan bir elektromanyetik dalga

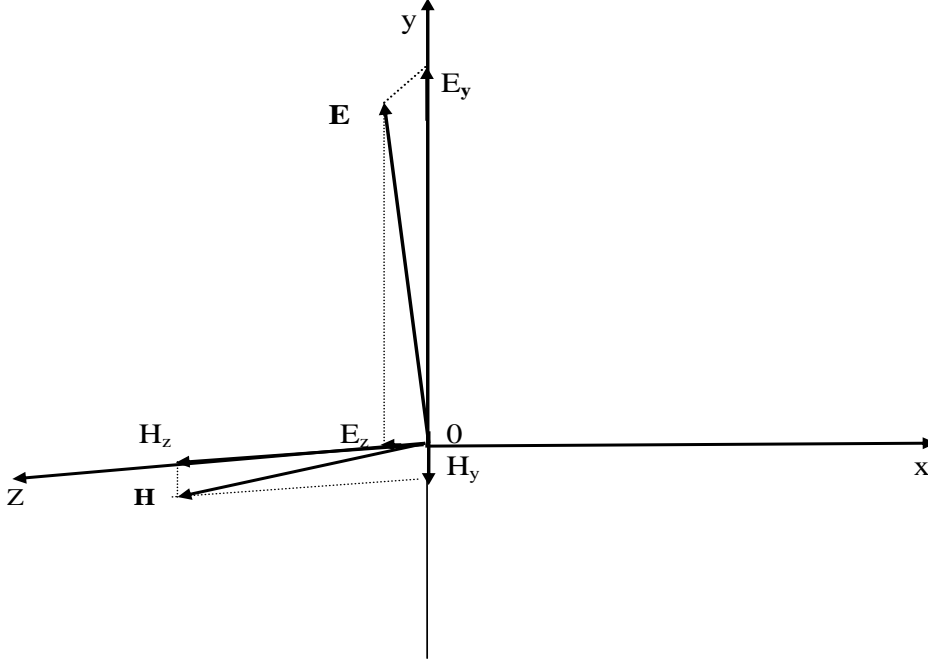
Şekil 1’de y eksenini doğrultusunda olan elektrik alan vektörünün ve z eksenini doğrultusunda olan manyetik alan vektörünün, sırasıyla $\mathbf{E} = E_y \mathbf{a}_y$ ve $\mathbf{H} = H_z \mathbf{a}_z$ olacak şekilde, sâdece birer bileşenleri olduğu açık olarak görülmektedir. Düzlem

elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alan vektörleri düzlem içinde kalmak zorunda oldukları için, bu alanların ayrıca ikinci bileşenleri de olabilir. Gerçekten

$$\mathbf{E} = E_y \mathbf{a}_y + E_z \mathbf{a}_z \quad (11)$$

$$\mathbf{H} = H_z \mathbf{a}_z + H_y \mathbf{a}_y \quad (12)$$

olabilir. Düzlem dışına çıkarak tanımı bozacağından dolayı her iki alanın ikisi de yayılma doğrultusundaki x bileşenlerine sâhip değildirler (Şekil 2).



Şekil 2 Düzlem elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alanlarının düzlem içinde bulunan ikişer bileşeni (Bunların yayılma doğrultusundaki bileşenleri yoktur).

Elektrik ve manyetik alanların sinüzoidal olarak değiştikleri farz edilirse, değişimin detayı aşağıda Şekil 3'de daha açık olarak görülebilir. Burada genliği x doğrultusunda değişen

$$E_x \mathbf{a}_x = \mathbf{E}(y,t) = E_m \sin(\omega t - \beta y) \mathbf{a}_x \quad (13)$$

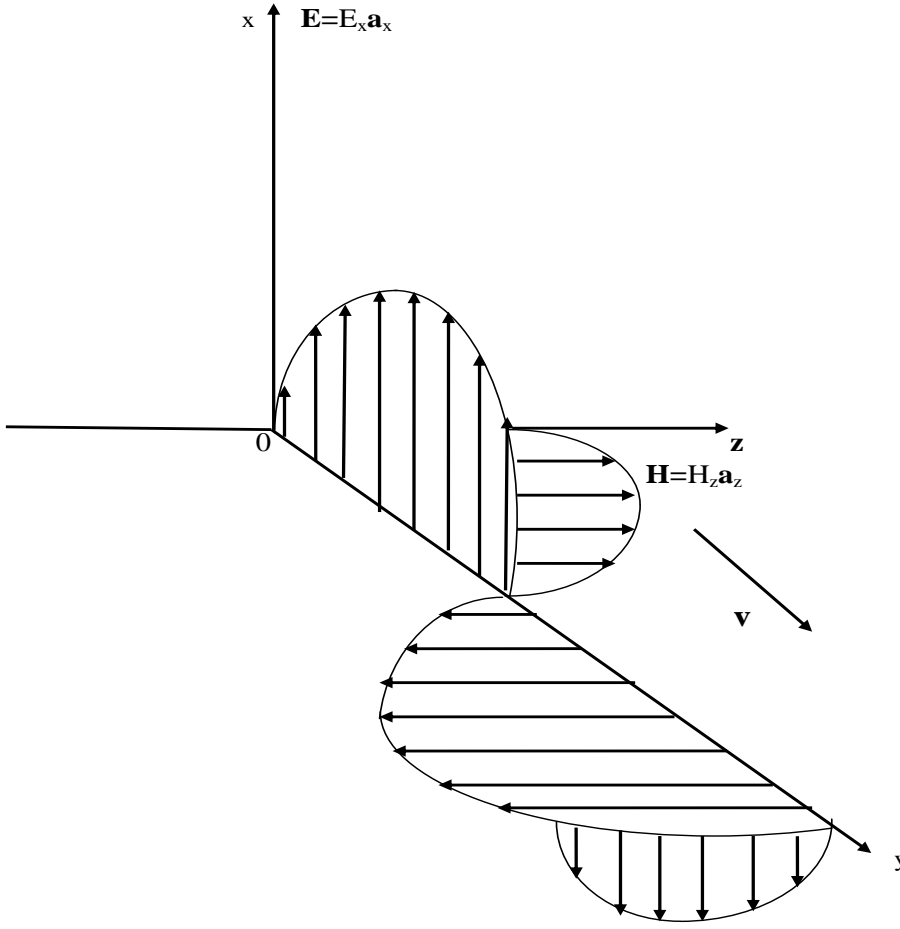
elektrik alan vektörü ile genliği z doğrultusunda değişen

$$H_z \mathbf{a}_z = \mathbf{H}(z,t) = H_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_z \quad (14)$$

manyetik alan vektörü tarafından meydana getirilen ve y doğrultusunda v hızı ile yayılan düzlem elektromanyetik dalga

$$\begin{aligned} \mathbf{E}(y,t) &= E_m \sin(\omega t - \beta y) \mathbf{a}_x \\ \mathbf{H}(z,t) &= H_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_z \end{aligned} \quad (15)$$

ikilisi ile temsil edilir.



Şekil 3 Dik kartezyen koordinat sisteminde y doğrultusunda elektrik alanı ve z doğrultusunda manyetik alanı olan bir elektromanyetik dalganın x doğrultusunda \mathbf{v} hızı ile yayılımı

Sorular:

1) Serbest uzayda $\mathbf{E}_y(z,t) = E_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_y$ elektrik alanının genliği y doğrultusunda değiştiğine göre,

- a) Elektrik akı yoğunluğu vektörünü,
- b) Manyetik akı yoğunluğu vektörünü,
- c) Manyetik alan dalgasını bulunuz.

d) Verilen elektrik alan dalgası ile bulunan bu manyetik alan dalgasının bir düzlem elektromanyetik dalgayı meydana getirdiğini gösteriniz.

2) Elektrik alan vektörünün manyetik alan vektörüne oranının mutlak değerini bulunuz.

3) Frekansı 600 MHz. olan bir düzlem elektromanyetik dalganın elektrik alanının genliği 3140 mV/m ve faz hızı 30×10^7 m/s olduğuna göre

- a) Dalganın faz sâbitini
- b) Manyetik alanın serbest uzaydaki genliğini

- c) Elektrik alanının faz açısı $\phi_v = 0$ olduğuna göre, anı değerini bulunuz.
d) Manyetik akı yoğunluğu vektörünün serbest uzaydaki büyüklüğünü bulunuz.
e) 5 m^2 'lik bir yüzeye, yüzeyin birim normal vektörü ile 60 derecelik açı yaparak gelen bu manyetik akı yoğunluğu vektörünün yüzeyden geçirdiği manyetik akıyı bulunuz.

Cevaplar:

a) Elektrik akı yoğunluğu vektörü

$$\mathbf{D}(\mathbf{r}, t) = \epsilon \mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$$

olup burada $\mathbf{r} = x\mathbf{a}_x + y\mathbf{a}_y + z\mathbf{a}_z$ 'dir. Elektrik alanı $\mathbf{E}(z, t)$ olarak verildiğine göre, $x=y=0$ alınmış demektir. Yâni, elektrik alanı bir dalga olarak sâdece z doğrultusunda z değişkeninin fonksiyonu olarak verilmiştir. Ayrıca, t parametresi dalganın zamana da bağlı olduğunu göstermektedir. Buna göre, elektrik akı yoğunluğu vektörü boşlukta

$$\mathbf{D}(z, t) = \epsilon_0 \mathbf{E}(z, t) = \epsilon_0 E_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_z$$

olur.

b) Manyetik alanı bulmak için aşağıdaki ilgili Maxwell Denklemi kullanılır:

$$\nabla \wedge \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = -\frac{\partial \mathbf{B}(\mathbf{r}, t)}{\partial t}$$

$$\begin{vmatrix} \mathbf{a}_x & \mathbf{a}_y & \mathbf{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 0 & E_m \sin(\omega t - \beta z) & 0 \end{vmatrix} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

veyâ

$$\beta E_m \cos(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_x = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

ya da buradan manyetik akı yoğunluğu vektörü

$$\mathbf{B} = B_x \mathbf{a}_x = -\int \beta E_m \cos(\omega t - \beta z) dt \mathbf{a}_x = -\frac{\beta E_m}{\omega} \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_x$$

olur.

c) Manyetik alan vektörü

$$\mathbf{H} = -\frac{\beta E_m}{\mu_0 \omega} \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_x = -H_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_x$$

$$H_m = \frac{\beta E_m}{\mu_o \omega}$$

olur. Bu manyetik dalgayı meydana getirir.

Görüldüğü gibi bir düzlem elektromanyetik dalganın iki alan bileşeni vardır. Bunlardan bir tânesi elektrik alanı dalgası, ikincisi ise, manyetik alan dalgasıdır. Düzlem elektromanyetik dalganın bu alan dalgaları her zaman birbirine diktir.

d) Bir elektromanyetik dalga, elektrik ve manyetik alanından oluşur. Eğer bu iki alan içinde bulunduğu ortamda dâimâ hem birbirine hem de yayılma doğrultusuna dik kalıyorsa, bu elektromanyetik dalgaya düzlem elektromanyetik dalga denir.

$$\begin{aligned} E(z,t)\mathbf{a}_x &= \mathbf{E}(z,t) = E_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_x \\ H(z,t)\mathbf{a}_z &= \mathbf{H}(z,t) = H_m \sin(\omega t - \beta z) \mathbf{a}_z \end{aligned}$$

formüllerinden görüldüğü gibi, düzlem elektromanyetik alanın elektrik alanı dik kartezyen koordinat sisteminde x eksenini doğrultusunda ve manyetik alanı z eksenini doğrultusunda olduğu için,

$$\mathbf{E}(z,t) \cdot \mathbf{H}(z,t) = E(z,t)\mathbf{a}_x \cdot H(z,t)\mathbf{a}_z = E(z,t)H(z,t)\mathbf{a}_x \cdot \mathbf{a}_z = 0$$

ve

$$\begin{aligned} \mathbf{E}(z,t) &= E(z,t)\mathbf{a}_x \\ \mathbf{H}(z,t) &= H(z,t)\mathbf{a}_z \\ \mathbf{E}(z,t) \wedge \mathbf{H}(z,t) &= E(z,t)\mathbf{a}_x \wedge H(z,t)\mathbf{a}_z = E(z,t)H(z,t)\mathbf{a}_y \end{aligned}$$

ifâdeleri gereğince, düzlem elektromanyetik alanın bu alan dalgaları her zaman birbirlerine dik kalırlar.

2)

$$\begin{aligned} \left| \frac{E}{H} \right| &= \left| \frac{E_m}{H_m} \right| = \frac{E_m}{\beta E_m} \mu_o \omega = \frac{\mu_o \omega}{\beta} = \mu_o c = \mu_o \frac{1}{\sqrt{\mu_o \epsilon_o}} = \sqrt{\frac{\mu_o}{\epsilon_o}} = Z_o = 120\pi \Omega = 377 \Omega \\ \beta &= \frac{\omega}{c}, \quad c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \epsilon_o}} \end{aligned}$$

Görüldüğü gibi, elektrik alan vektörünün manyetik alan vektörüne oranının mutlak değeri sâbittir ve ohm boyutundadır. Buna düzlem elektromanyetik dalganın boşluktaki empedansı denir.

3)

$$a) \beta = \frac{2\pi f}{v} = \frac{2\pi \times 600 \times 10^6}{3 \times 10^8} = 12.56 \text{ m}^{-1}$$

$$b) \quad E/H=120\pi$$

$$H = E/120\pi = 3140\pi/120\pi = 8.329 \text{ mA/m}$$

$$c) \quad \omega = 2\pi \times 600 \times 10^3 = 37.6991 \times 10^8 \text{ r/s}$$

$$E(t) = E_m \sin(\omega t + \phi_v) = 3140 \sin 37.6991 \times 10^8 t$$

$$d) B = \mu_0 H = 4\pi \times 10^{-7} \times 8.329 = 104.653 \times 10^{-7} \text{ Wb/m}^2 = 104.653 \times 10^{-7} \text{ T}$$

$$e) \psi = BS \cos\theta = 104.653 \times 10^{-7} \times 5 \times \cos 60 = 261.63 \times 10^{-7} \text{ Wb.}$$

Eğitim ve Moral Köşesi:
OKUMA PARÇASI

İslâm Çağı

Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

İslâm Dünyâsı'nda ilimlerin en parlak dönemi MS 750-1100 yılları arasında olmuştur. Bu çağ için, bu yüzyılın başının meşhur ilim târihçisi **GERGE SARTON İLİM TARİHİ** isimli 5 ciltlik eserinde ilimlerin gelişiminin önemli noktalarına birer ilim adamını yerleştirmiştir. Buna göre MS 750-1000 târihleri arasında 50 yıllık her bir zaman diliminde şu ilim adamlarının ismi geçmektedir:

Câbir
Harizmî
Râzî
Mes'ûdî
Vefâ
Beyrûnî
İbni Sinâ
İbn'ül Heyzem
Ömer Hayyam

Bunların ilk 7 tânesi Türk'tür. 350 yıllık bu parlak Çağ, çoğu kere, dünyâ ilim târihinde **İslâm Çağı** olarak anılmaktadır. Diğer taraftan, bugün Ay üzerinde bulunan kriterlerden iki tânesine, daha önce adlarını zikrettiğimiz, bilim adamlarımızdan ikisinin ismi olan **Fergânî** ve **Nasuriddîn** adları verilmiştir.

NOT: Daha fazla benzer yazılar için Her Zaman Güncel (Diri) Kalan Yazılar, <http://gayalo.net/yazilar.html> ya da <http://mtemiz.com/bilim/bilimkosesi.htm>

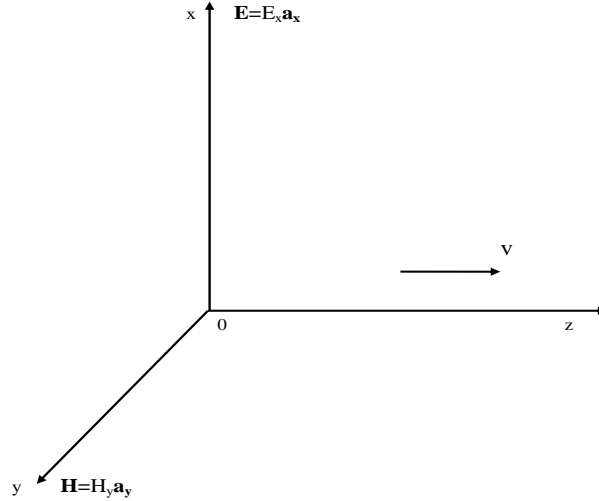
2. POLARİZASYON

Bu bölümde doğrusal, eliptik ve dâirevî (dâiresel) polarizasyon incelenecektir.

A) Doğrusal Polarizasyon:

Düzgün bir elektromanyetik düzlem dalganın polarizasyonu, uzayda verilen sâbit bir noktadaki elektromanyetik dalganın elektrik ya da manyetik alan vektörünün zamana

göre değişimine denir. Kartezyen koordinat sisteminde z eksenini doğrultusunda ilerleyen ve x-y düzleminde, **sırasıyla**, **E** elektrik ve **H** manyetik vektörlerinden meydana gelen düzgün bir düzlem elektromanyetik dalgayı ele alalım (Şekil 3). Şekilde görüldüğü gibi, elektrik alan vektörünün sâdece x eksenini doğrultusundaki ve manyetik alan vektörünün y eksenini doğrultusundaki bileşeni vardır. Bu demektir ki, elektrik alanın y ve z; manyetik alanın x ve z doğrultularındaki bileşenleri yoktur.



Şekil 3 Düzlem dalganın elektrik ve manyetik alan bileşenleri

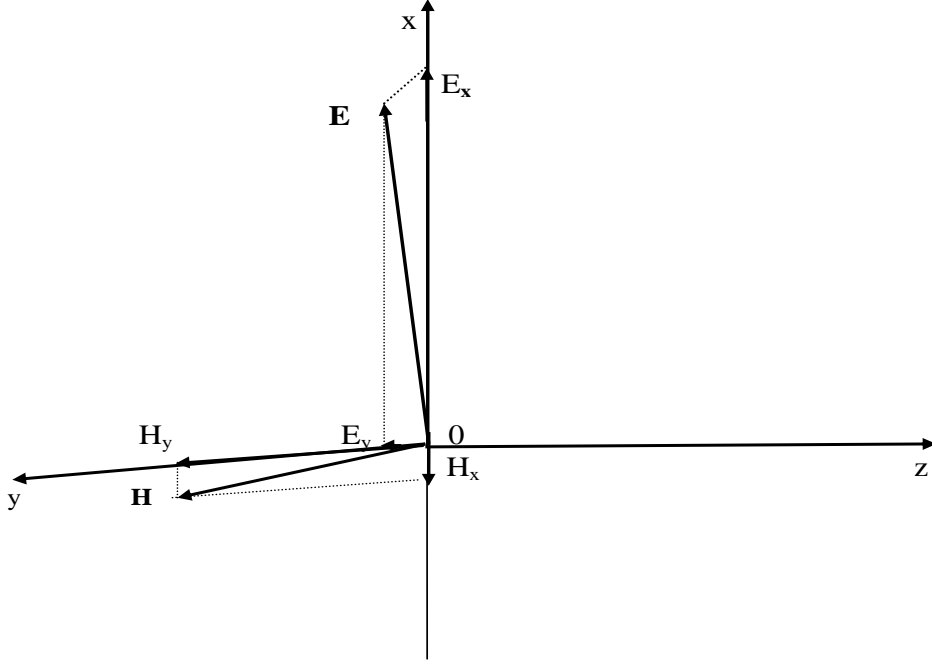
TEM modundaki bir düzlem elektromanyetik dalga tanımına göre elektrik ve manyetik alan elemanlarının z eksenini doğrultusundaki bileşenlerinin hiç bir zaman olamayacağı bilinmektedir. Dolayısıyla, yukarıdaki şekilde söz konusu olan düzlem elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik yapı elemanlarının, sırası ile, y ve x bileşenleri de olabilir. O zaman elektrik ve manyetik alan vektörleri,

$$\mathbf{E} = E_x \mathbf{a}_x + E_y \mathbf{a}_y, \quad \mathbf{H} = H_x \mathbf{a}_x + H_y \mathbf{a}_y \quad (16)$$

olarak ortaya çıkar (Şekil 4).

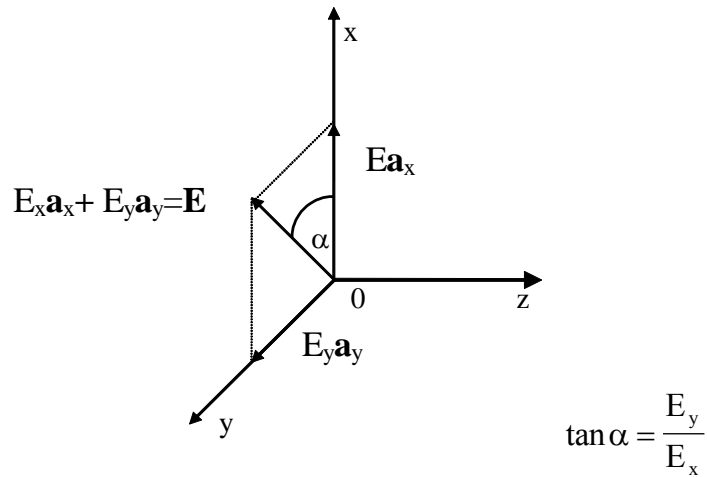
Şekil 4'te görüldüğü gibi, elektrik ve manyetik alan vektörleri yine birbirine dik olduğu gibi, bunlar yayılma doğrultusuna da diktirler.

Bununla berâber, Şekil 3'deki örnekte $\mathbf{E} = E_x \mathbf{a}_x$, $\mathbf{H} = H_y \mathbf{a}_y$ alınmıştır. Eğer, örnekte olduğu gibi, düzlem elektromanyetik dalganın elektrik alan bileşeninin sâdece x doğrultusundaki bileşeni varsa ($E_y = 0$), o zaman bu elektrik alan dalgası için “x doğrultusunda polarizelidir” denir. Benzer ifâde, y doğrultusu için de geçerlidir. Yânî, elektrik alanın sâdece y doğrultusundaki bileşeni bulunuyorsa, o zaman bu elektrik alanı “y doğrultusunda polarizeli” olur. Buna *Lineer Polarizasyon* denir. Benzer tanımlar manyetik alanı için de geçerlidir. Sinizoidal olarak değişen bir alanın genliği lineer polarizasyonda bulunduğu doğrultuda 0 değerle \pm maksimum değerler arasında kalır.



Şekil 4 z doğrultusunda yayılan TEM modundaki düzlem elektromanyetik dalganın ikişer bileşenli elektrik ve manyetik alanları

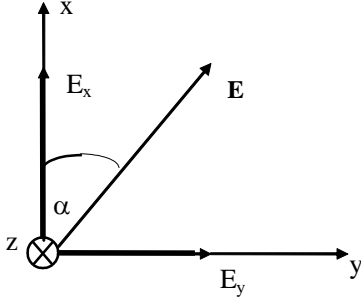
Elektrik alanının aynı anda hem x ve hem de y bileşeni varsa, bileşke elektrik alan vektörü, bu iki bileşenin izâfi büyüklüğüne bağlı olan bir doğrultuya sâhip olur. Yâni, Şekil 5’de görüldüğü gibi, elektrik alan vektörünün x doğrultusu ile yaptığı açı α olmak üzere, elektrik alan vektörünün iki bileşeninin birbirine göre değişen büyüklüğü, α açısının ve dolayısıyla \mathbf{E} vektörünün doğrultusunun değişmesine sebep olur.



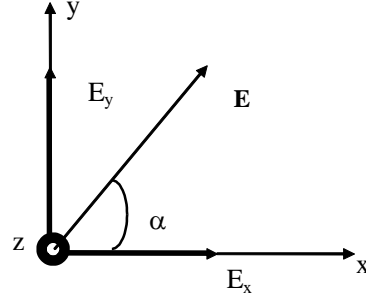
Şekil 5 Xoy düzleminde elektrik alan vektörü

\mathbf{E} vektörünün doğrultusunu veren $\alpha = \arctan E_y/E_x$ açısı, E_x , E_y değişmediği müddetçe sâbit kalır. Meselâ, her iki bileşen birbirine eşit ise, \mathbf{E} vektörünün doğrultusu x eksenine ile 45° ’lik bir açı yapar. Z ekseninin yönü bizden sayfa yüzeyine doğru (sınıfta

bizden tahta düzlemine doğru) ise, o zaman koordinat sistemi Şekil 6a'daki gibi;. sayfadan bize doğru (sınıfta tahtadan düzleminden bize doğru) ise, Şekil 6b'daki gibi olur.



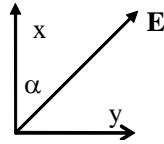
(a)



(b)

Şekil 6 z eksenini doğrultusunda yayılan dalgalar. (a) z eksenini sayfa düzlemine doğru doğru (sınıfta bizden tahta düzlemine doğru), b) z eksenini sayfa düzleminden bize doğru (sınıfta tahtadan düzleminden bize doğru)

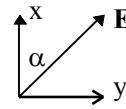
Belli E_y ve E_x değerlerine karşı α açısı sabit olacağı için, \mathbf{E} vektörünün x eksenini yaptığı açı aşağıdaki özel hallerde de sabit kalır. Bileşenlerin değişimlerinin harmonik olmaları hâlinde reel genliklerin kosinüslü ifadelerle çarpılacağı açıktır. Çeyrek periyot ($T/4$) için $\text{Cos } \omega t = \text{Cos } 2\pi f t = \text{Cos } 2\pi((1/T)(T/4)) = \text{Cos } \pi/2 = 0$ 'ın dışında, aşağıdaki durumlar da vardır:



$$t=0$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } \omega t &= \text{Cos } 2\pi f t = \text{Cos } 0 = 1 \\ &= \text{Cos } \pi/4 = 0.707 \\ &\text{(Genlikte bir değişme olmaz)} \end{aligned}$$

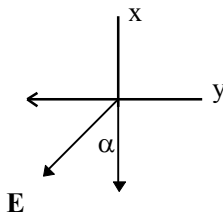
(a)



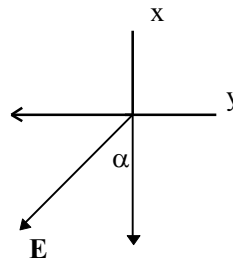
$$t=T/8$$

$$\begin{aligned} \text{Cos } \omega t &= \text{Cos } 2\pi(1/T)(T/8) = \text{Cos } 2\pi(1/T)(T/8) \\ &\text{(Genlik 0.707 oranında küçülür)} \end{aligned}$$

(b)



$$t=3T/8$$



$$t=T/2$$

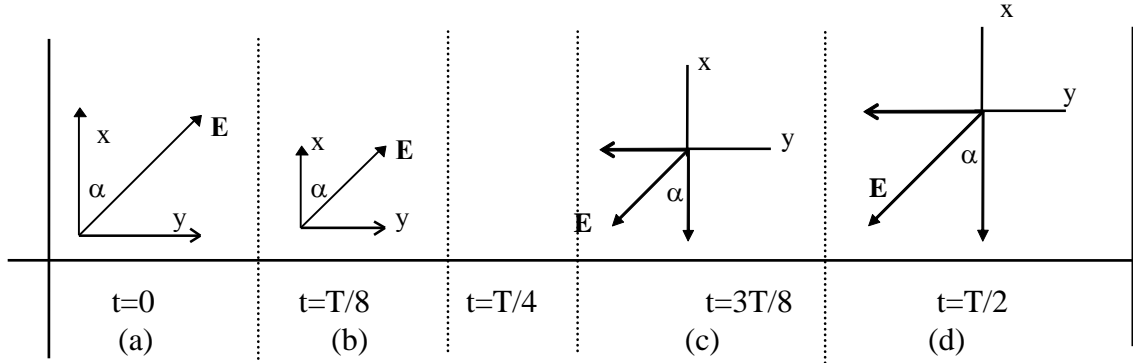
$t=T/8+2T/8=3T/8$, $\text{Cos } \omega t =$
 $\text{Cos } 2\pi f(T/8) = \text{Cos } 2\pi(1/T)(3T/8) =$
 $\text{Cos } 3\pi/4 = \text{Cos } 135^\circ = \text{Cos } (45^\circ) = -0.707$
 (Genlik (b)'ye göre değişmemiştir.
 fakat 180° dönmüştür)

(c)

$t=0+2\pi f(T/2) = 2\pi(1/T)(T/2) = \pi$
 $\text{Cos } \omega t = \text{Cos } \pi = -1$
 Genlikte (a)'ya göre bir değişme
 olmaz; ancak 180° dönmüştür

(d)

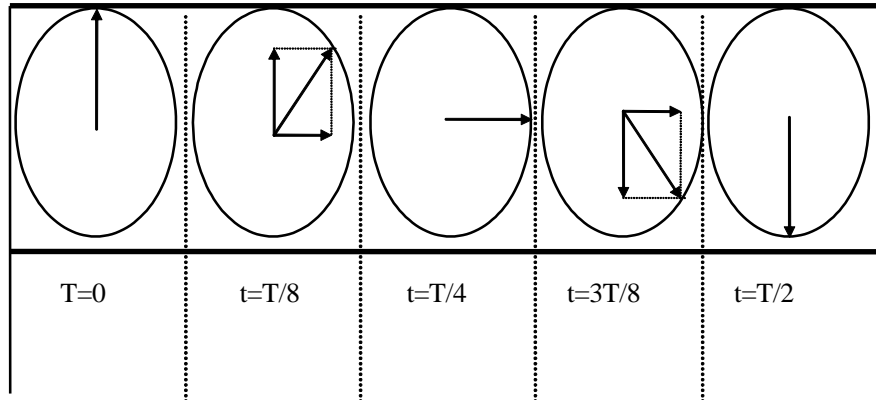
Aşağıda dalga periyodunun bu özel durumlarında elektrik alan vektörünün aldığı doğrultuların yönü görülmektedir. (Şekil 7):



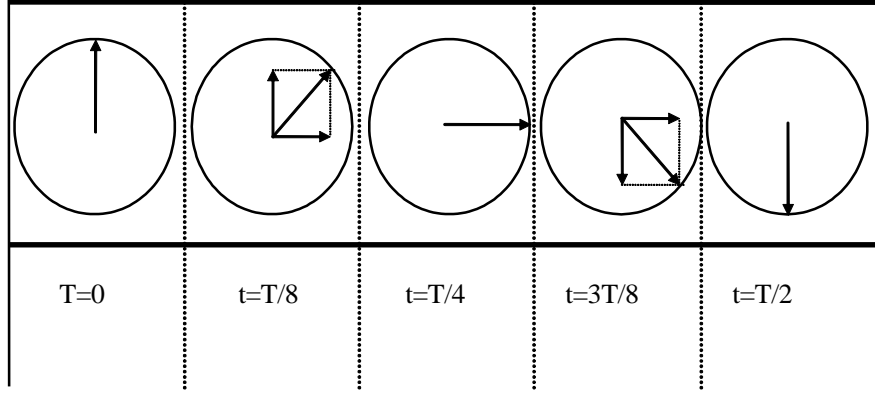
Şekil 7 Eliptik ve dairesel polarizasyonda belli periyotlardaki alan vektörlerinin durumları

B) Eliptik ve Dairesel Polarizasyon:

Eğer E_x ve E_y ($E_x \neq E_y$) arasında bir faz farkı varsa, o zaman bunlar maksimum ve minimum değerlere farklı zamanlarda ulaşırlar; dolayısıyla elektrik alan vektörünün ucu zamana bağlı olarak değişir. Bu durumda $\mathbf{E}(z,t)$ vektörünün ucu bir elips çizer ve buna *Eliptik Polarizasyon* denir. Meydana gelen elipsin eksenleri elektrik alanının x ve y bileşenlerinin büyüklüğü kadardır. Eğer bu bileşenler eşit olursa ($E_x = E_y$), o zaman *Dairesel Polarizasyon* elde edilir (Şekil 8 a ve b).



(a) Eliptik polarizasyon,



(b) Dâirevî (Dâiresel) Polarizasyon

Şekil 8

C) Doğrusal olmayan polarizasyonlar:

Yukarıda tanımları yapılan polarizasyon kavramı, fazör notasyonu ile daha kolay anlaşılabilir. Bunun için düzgün bir düzlem elektromanyetik dalganın elektrik alanının z doğrultusunda yayılan ifâdesi fazör biçiminde

$$\mathbf{E}(z) = \mathbf{E}_o e^{-j\beta z} \quad (17)$$

olarak yazılabilir. Bunun harmonik bir değişimle zamana bağlı olan ifâdesi ise,

$$\mathbf{E}(z, t) = \text{Re}[\mathbf{E}_o e^{-j\beta z} e^{j\omega t}] \quad (18)$$

şeklindedir. xy düzleminde bulunan bu dalga, $+z$ istikâmetinde yayılır. E_o genliği, genel olarak, bileşenleri kompleks olan, bir vektördür. Bunun için E_o , xy düzleminde

$$\mathbf{E}_o = E_r + jE_i \quad (19)$$

biçiminde reel (Re) ve imajiner (Im) bileşenlere ayrılabilir. Uzayda $z=0$ başlangıç noktasında zamana bağlı kalan elektrik alanı

$$\begin{aligned} \mathbf{E}(0, t) &= \text{Re}[(E_r + jE_i)e^{j\omega t}] \\ &= \text{Re}[(E_r + jE_i)(\text{Cos } \omega t + j\text{Sin } \omega t)] \\ &= E_r \text{Cos } \omega t - E_i \text{Sin } \omega t \\ &= E_x + E_y \end{aligned} \quad (20)$$

şeklindedir. Buna göre,

$$\begin{aligned}
E_x &= E_r \cos \omega t \\
E_y &= -E_i \sin \omega t = E_i \sin (\omega t + \pi) \\
&= E_i \cos (\omega t - 3\pi/2)
\end{aligned} \tag{21}$$

bileşenleri elipsin eksen bileşenlerinin zamana bağlı değişimini verir. Böylece, elektrik alan vektörü kompleks düzlemde

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}(0,t) = E_x \mathbf{a}_x + E_y \mathbf{a}_y \tag{22}$$

olarak bulunur. $E_r \neq E_i$ ise, \mathbf{E} vektörü, eksenleri E_r , E_i olan bir elips çizer. Eğer $E_r = E_i = E_a$ ise, bu vektörün çizdiği şekil, yarıçapı E_a olan bir dâire olur. Bu dâirenin zamana bağlı ifâdesi (15)'den faydalanarak

$$\mathbf{E}_o = E_r + jE_i = E_a + jE_a \tag{23}$$

veyâ

$$\begin{aligned}
\mathbf{E}_o &= E_r \mathbf{a}_x + jE_i \mathbf{a}_y \\
&= (\mathbf{a}_x + j\mathbf{a}_y) E_a
\end{aligned} \tag{24}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{E}(0,t) &= \text{Re} [E_r \mathbf{a}_x + jE_i \mathbf{a}_y] e^{j\omega t} \\
&= \text{Re} [(\mathbf{a}_x + j\mathbf{a}_y) E_a] e^{j\omega t} \\
&= (\mathbf{a}_x \cos \omega t - \mathbf{a}_y \sin \omega t) E_a, \varphi = \omega t
\end{aligned} \tag{25}$$

$$\mathbf{E}(0,t) = E_x \mathbf{a}_x + E_y \mathbf{a}_y = (\mathbf{a}_x \cos \varphi - \mathbf{a}_y \sin \varphi) E_a$$

ya da

$$\begin{aligned}
E_x(0,t) &= E_a \cos \omega t = E_a \cos \varphi \\
E_y(0,t) &= -E_a \sin \omega t = -E_a \sin \varphi
\end{aligned} \tag{26}$$

bulunur. Bu denklemler dâirenin parametrik denklemleridir. Bunların kareleri alınarak taraf tarafa toplanırsa,

$$E_x(0,t)^2 + E_y(0,t)^2 = E_a^2 \tag{27}$$

bulunur ki bu, $z=0$ düzleminde yarıçapı E_a , eksenleri $E_x(0,t)$, $E_y(0,t)$ olan bir dâireyi gösterir.

*Sen!.. Ben!.. Desin efrat (fertler), aradan vahdeti (birlik) kaldır;
Milletler için işte kıyâmet o zamandır.*

Mehmet Âkif

Eğitim ve Moral Köşesi:
OKUMA PARÇASI

Câbir bin Hayyan

Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

Türk olup Horasan-Tus'ta doğmuş, Harran (Urfa)'da yaşamıştır ve modern kimyânın babası sayılmaktadır. Batı'da GEBER olarak tanınır.

Bundan 1200 yıl kadar önce zamanın en büyük üniversitelerinden olan **Harran Üniversitesi** başmüdürrisi (Rektörü) bütün heybetiyle, zihinlerde şimşekler çaktıran, herkesi hayrette bırakan, ama gerçek mâhiyeti ancak asırlar sonra anlaşılabilir buluşunu açıklıyordu:

"Maddenin en küçük parçası olan atomda (cüz'ü lâyetecezzâ) yoğun bir enerji vardır. Yunan bilginlerinin iddiâ ettiği gibi bunun parçalanamayacağı söylenemez. O da parçalanabilir. Parçalanınca da öylesine bir güç meydana gelir ki, bu Bağdat'ın altını üstüne getirebilir. Bu Allah'ın Kudret nişânıdır."

Kendisine irili-ufaklı 2000'den fazla eser isnat edilen Câbir'in kimyâ başta olmak üzere, tıp, fizik, astronomi ve felsefe alanlarında bir çok hizmetleri olmuştur. Bunların içinde, şüphe yok ki, en önemlisi atomla ilgili buluşudur.

Yukarıda sözü edilen bu buluşu ile Câbir, **John Dalton** (1766-1844), **Otto Hahn** (1779-1868), **Enrico Fermi** (1901-1954) ve **Albert Einsltein** (1879-1955) gibi Avrupalı bilginlerden 1000 sene kadar önce atomla ilgilenmiş ve atomun târifini yaparak, Yunan bilginlerinin tezlerinin aksine, onun parçalanabileceğini söylemiştir.

Lavoisier (1743-1794) prensibinin keşfi de Câbir bin HAYYAN'a âittir. Bu prensibi Câbir, daha o zamanlar, şöyle ifade etmiştir:

"Hiç bir şey yoktan var olmaz. Var olan bir şey de yok olmaz. Ancak Allah ise yoğun var, varı yok edebilir."

Câbir'in burada eklediği son cümle, inancının bir tezâhürüdür.

Câbir'in 2000'den fazla olduğu tahmin edilen eserlerinin bilinenlerinin sayısı 826'dır. Bunlardan 112'si fizik ve kimyâya, 70'şi teorik kimyâya, 144'ü mâden, fizik ve kimyâ ile izah edilemeyen güçlere, 500'ü teorik fizik-kimyâ, astronomi, felsefe ve dinler târihine âittir.

Câbir, kitaplarında tâkip ettiği metodu şöyle özetlemektedir:

"Bilinmelidir ki, kitaplarımızda sâdece gözlemlerimizle elde ettiklerimizin özünü veriyoruz. Duyduklarımızı ve bize söylenenleri değil... Okuduklarımızdan ve dinlediklerimizden ancak doğru olanları aktarıyoruz. Yanlış olanları ise attık..."

Câbir bin HAYYAN'ın adı, kimyâ ilim târihinde ölümsüzdür. **Bacon** (1214-1294) ondan hayranlıkla bahseder. Onun kimyâ ilminde açtığı çıkış, **Priestley** (1733-1804) ve **Lavoisier**'in açtıkları çıkıştan daha

önemlidir. **Max Meyerhof** (1884-1951) Câbir'in kimyâdaki hizmetlerini şöyle sıralamaktadır:

Buharlaştırma (*Evaporation*), **Süzme** (*Filtration*), **Tasfiye etme** (*Sublimation*), **Eritme** (*Melting*) **Damıtma** (*Distillation*) ve **Billurlaştırma** (*Crystallization*)...

Câbir, eserlerinde birçok kimyevî cevherin, meselâ, zincifre (*Cinnabarciva Sülfidi*), arsenik oksidi ve buna benzer birçok kimyevî maddenin nasıl hazırlanacağını açıklamıştır.

Saf kibrit tuzları (*vitriol*), şap, alkali, nişadır tuzu ve güherçilenin elde edilmesini, kükürt ve alkaliyi ısıtarak kükürt sütünün yapılmasını göstermiştir.

Kurşun asetat, tamâmen saf cıva oksit ve süblime elde edilmesi, ham sülfirik asitler ve bunların karışımının hazırlanması, tuz rûhu ile kezzap suyunu karıştırarak altın eritmede kullanılan özel sıvının hazırlanması da onun çalıştığı konulardır.

Matematikte, "Bir eşitliğin her iki tarafına aynı miktar ilâve edilirse, iki tarafından aynı miktar çıkartılırsa, iki tarafı aynı miktarla çarpılır ve bölünürse, bu eşitlik katiyen bozulmaz" teoremi de Câbir'e âittir (1).

Câbir'i şu tesbitle bitirmek istiyorum:

Câbir bin Hayyan'ın bir kitabını 14. asırda tercüme eden Batılılar, onu ancak 16. yüzyılda anlamışlar, bundan hepimizin bildiği *Lavoisier Prensibi* ortaya çıkmıştır. 17.asırda diğer bir eserini anlamışlar *Geylusak Prensibi* doğmuş, 19.yüzyılda anladıklarından ise, *Nevton Prensibi* meydana gelmiştir. **Câbir bin Hayyan İlim Târihi'nde ilk defâ laboratuvar kuran ve deney ve gözlemi ilme getiren kimsedir.** O laboratuvarında ilk sun'î hücreyi yapmıştır. **Cardano**(1720-1783), onu **dünyânın 12 dâhîsi arasında göstermiştir.**

Kaynaklar:

Döven, **Müslüman İlim Öncüleri Ansiklopedisi**, Yeni Asya Yayınları, 1984.

NOT: Daha fazla benzer yazılar için Her Zaman Güncel (Diri) Kalan Yazılar, <http://gayalo.net/yazilar.html> ya da <http://mtemiz.com/bilim/bilimkosesi.htm>

3. SAĞ VE SOL POLARİZASYONLU DALGALAR

Yukarıda elde edilen dâirenin

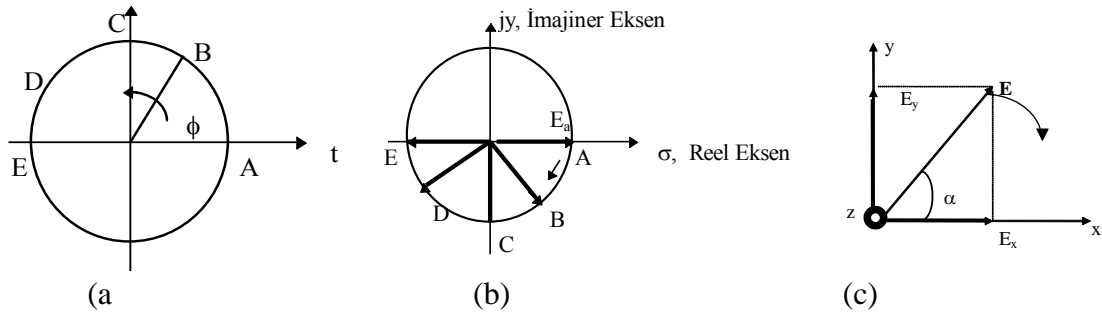
$$\begin{aligned} E_x(0,t) &= E_a \cos \omega t = E_a \cos \varphi \\ E_y(0,t) &= -E_a \sin \omega t = -E_a \sin \varphi = E_a \sin(\varphi + \pi) \end{aligned} \quad (28)$$

şeklindeki parametrik denklemlerinden hareket ederek Tablo 1 teşkil edilebilir. Görüldüğü gibi, her iki bileşen arasında bir faz farkı vardır. Bu yüzden, bileşenler maksimum ve minimum değerlere farklı zamanlarda ulaştıkları için **E(z,t)** bileşke vektörünün ucu E_a yarıçaplı bir dâire çizer .

Tablo 1 Sol Polarizeli Vektörün Dönüş Yönü

ϕ	E_x	E_y	Nokta
0	E_a	0	A
$\pi/4$	$0.707E_a$	$-0.707E_a$	B
$\pi/2$	0	$-E_a$	C
$3\pi/4$	$-0.707E_a$	$-0.707E_a$	D
π	$-E_a$	0	E

Tablo 1’de görüldüğü gibi, ϕ açının zamana göre saat ibresinin ters yönünde, Şekil 9(a)’da görüldüğü gibi, $(0-\pi)$ arasındaki değişimiyle vektör ucunun kompleks düzlemde saat ibresinin dönüş yönünde, Şekil 9(b)’de görüldüğü gibi, $(0-\pi)$ arasında bir yarım daire çizdiği görülmektedir (Şekil 9).

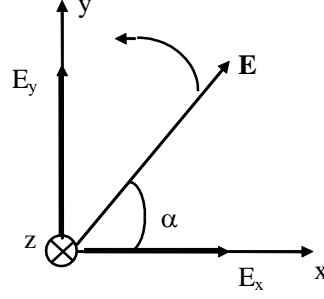


Şekil 9-(a) Açının zamana göre değişimi,
(b) Kompleks düzlem, (c) $x0y$ Düzleminde E vektörü

Bir vektörün dönüş yönüne uygun olarak döndürüldüğünde, pozitif z doğrultusu ile vida çakışıyorsa, bu dalga o vidanın adı ile ilişkilendirilir.

Bir sol vida, Şekil 9(c)’deki (x,y,z) eksen takımında $z=0$ noktasına dik olarak konup Şekil 9(b)’deki vektörün dönüş yönünde döndürüldüğünde, vida kağıt düzleminden (tahtadan) bize doğru ilerler. Vidanın bu ilerleme yönü koordinat sisteminde $+z$ istikâmetindeki yöne uymaktadır. Dolayısıyla bu dalgaya *Sol Polarizasyonlu Alan (Dalga)* denir. Buna göre yukarıda tanımlanan dalga sol polarizasyonludur.

Şekil 10’da $+z$ istikâmetinde bizden tahta düzlemine doğru giden sol polarizeli bir dalga görülmektedir. Yâni, sol polarizasyonlu bir dalga başlangıç noktasından ($z=0$ noktasından) $+z$ istikâmetinde bizden uzaklaşırken, elektrik alan vektörü, saat ibrelerinin ters dönüş yönünde (sağdan sola doğru) döner. Bu yön ϕ açısının artış yönüne de uymaktadır.



Şekil 10 Sol polarizasyonlu dalga vektörünün dönüş yönü

Sol polarizasyonlu bir dalga, $+z$ istikâmetinde bizden tahta düzlemine doğru giderken açının artış yönü ve vektörün dönüş yönü, Şekil 9 ve Şekil 10'da görüldüğü gibi, saat ibrelerinin dönüş yönlerinin tersidir. Eğer dalga $+z$ istikâmetinde tahtadan bize doğru geliyorsa, o zaman açının artış yönü saat ibrelerinin dönüş yönlerinin tersi olduğu halde, vektörün dönüş yönü, Şekil 9'da görüldüğü gibi, saat ibrelerinin dönüş yönü olur.

(28)'deki bileşenler arasında aslında

$$\begin{aligned} E_x(0,t) &= E_a \cos \omega t = E_a \cos \varphi = E_a \sin(\varphi + \pi/2) \\ E_y(0,t) &= -E_a \sin \omega t = -E_a \sin \varphi = E_a \sin(\varphi + \pi) \end{aligned} \quad (29)$$

olduğu için

$$\begin{aligned} E_x(0,t) &= E_a \cos \omega t = E_a \sin \varphi \\ E_y(0,t) &= -E_a \sin \omega t = E_a \sin(\varphi + \pi/2) \end{aligned} \quad (30)$$

şeklinde 90° 'lik bir faz farkı vardır. z -değişkeni $z \neq 0$ alınır, o zaman bu bileşenlerin

$$\begin{aligned} E_x(z,t) &= E_a \cos \omega t = E_a \sin(\beta z + \varphi) = E_a \sin(\beta z + \omega t) \\ E_y(z,t) &= -E_a \sin \omega t = E_a \sin(\beta z + \varphi + \pi/2) \\ &= E_a \sin(\beta z + \omega t + \pi/2) \end{aligned} \quad (31)$$

şekline gireceği açıktır. $z \rightarrow -z$ alınır, bunlar

$$\begin{aligned} E_x(z,t) &= E_a \sin(\omega t - \beta z) \\ E_y(z,t) &= E_a \sin(\omega t - \beta z + \pi/2) \end{aligned} \quad (32)$$

olur. Her halükârda bileşenler arasında 90° 'lik bir faz farkı bulunur. Bu faz farkı, y bileşeninin x bileşeninden 90° ilerde olduğunu gösterir. Bun durumun sol polarizeli bir dalgayı meydana getirdiği bilinmektedir. Buradan hareket ederek, hemen şu sonucu çıkarmak mümkündür: Sağ polarizeli bir dalganın elde edilmesi için x bileşeninin 90° ilerde ya da y bileşeninin 90° geride olması gerekir.

Sağ Polarizeli Dalgayı elde etmek için, (24)'deki

$$\begin{aligned}\mathbf{E}_o &= E_r \mathbf{a}_x + jE_y \mathbf{a}_y \\ &= (\mathbf{a}_x + j\mathbf{a}_y)E_a\end{aligned}$$

yerine

$$\begin{aligned}\mathbf{E}_o &= E_r \mathbf{a}_x - jE_y \mathbf{a}_y \\ &= (\mathbf{a}_x - j\mathbf{a}_y)E_a\end{aligned}\tag{33}$$

alınırsa,

$$\begin{aligned}\mathbf{E}(0, t) &= \text{Re}\left[E_r \mathbf{a}_x - jE_y \mathbf{a}_y\right]e^{j\omega t} \\ &= \text{Re}\left[(\mathbf{a}_x - j\mathbf{a}_y)E_a\right]e^{j\omega t} \\ &= (\mathbf{a}_x \text{Cos } \omega t + \mathbf{a}_y \text{Sin } \omega t)E_a, \quad \phi = \omega t \\ \mathbf{E}(0, t) &= E_x \mathbf{a}_x + \mathbf{a}_y E_y = (\mathbf{a}_x \text{Cos } \phi + \mathbf{a}_y \text{Sin } \phi)E_a\end{aligned}$$

ya da

$$\begin{aligned}E_x(0, t) &= E_a \text{Cos } \omega t = E_a \text{Cos } \phi = E_a \text{Sin}(\phi + \pi/2) \\ E_y(0, t) &= -E_a \text{Sin } \omega t = E_a \text{Sin } \phi\end{aligned}\tag{34}$$

elde edilir. Görüldüğü gibi, sağ polarizeli bu dalgada alanın x bileşeni y bileşeninden $\pi/2$ kadar ilerdedir. Açının zamanla değişmesiyle bileşenlerin alacağı durum Tablo 2’de görülmektedir. Burada bileşenler arasındaki faz farkı 90^0 ’dir. Bu yüzden, bileşenler maksimum ve minimum değerlere farklı zamanlarda ulaştıkları için $\mathbf{E}(z, t)$ bileşke vektörünün ucu yine E_a yarıçaplı bir dâire çizer .

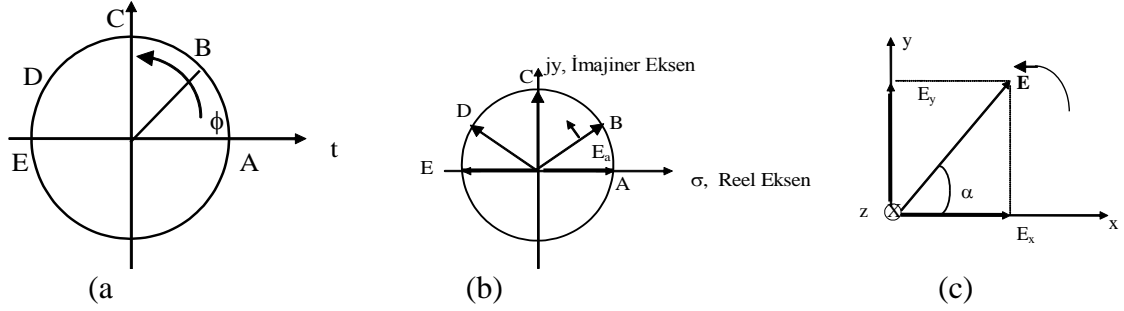
Tablo 2 Sağ Polarizeli Vektörün Dönüş Yönü

ϕ	\mathbf{E}_x	\mathbf{E}_y	Nokta
0	E_a	0	A
$\pi/4$	$0.707E_a$	$0.707E_a$	B
$\pi/2$	0	E_a	C
$3\pi/4$	$0.707E_a$	$0.707E_a$	D
π	$-E_a$	0	E

Tablo 2’de görüldüğü gibi, açının zamana göre saat ibresinin ters yönünde ($0-\pi$) arasındaki değişimiyle vektör ucunun kompleks düzlemde saat ibresinin ters dönüş yönünde ($0-\pi$) arasında bir yarım dâire çizdiği görülmektedir (Şekil 9).

Bir sağ vida, Şekil 10(c)’deki (x,y,z) eksen takımında $z=0$ noktasına dik olarak konup Şekil 10(b)’deki vektörün dönüş yönünde döndürüldüğünde, sağ vida kağıt düzleminden (tahtadan) bize doğru ilerler. Vidanın bu ilerleme yönü koordinat sisteminde $+z$ istikâmetindeki yöne uymaktadır. Dolayısıyla bu dalgaya *Sağ*

Polarizasyonlu Alan (Dalga) denir. Buna göre Şekil 10'da tanımlanan dalga sağ polarizasyonludur.



Şekil 10-(a) Açının zamana göre değişimi, (b) Kompleks düzlem, (c) $x0y$ Düzleminde \mathbf{E} vektörü

Sağ polarizasyonlu bir dalgada da $+z$ istikâmetinde bizden tahta düzlemine doğru giderken açının artış yönü ve vektörün dönüş yönü, saat ibrelerinin dönüş yönlerinin tersi olmaktadır.

Z-değişkeni $z \neq 0$ alınırsa, o zaman bu bileşenlerin durumları

$$\begin{aligned} E_x(z, t) &= E_a \cos \omega t = E_a \cos(\omega t + \beta z) = E_a \sin(\omega t + \beta z + \pi/2) \\ E_y(z, t) &= E_a \sin \omega t = E_a \sin(\omega t + \beta z) \end{aligned} \quad (35)$$

olur ki, burada x bileşeninin 90° ileride olan bir faza sahip olduğu görülür. Bu bileşenler faz ilişkisi açısından

$$\begin{aligned} E_x(z, t) &= E_a \sin(\omega t + \beta z) \\ E_y(z, t) &= E_a \sin \omega t = E_a \sin(\omega t + \beta z - \pi/2) \end{aligned} \quad (36)$$

olarak da yazılabilir. Bu, dâiresel polarizasyonlu bir dalgada y bileşeninin 90° ileride olması onun sol polarizasyonlu olduğunu; 90° geride olması onun sağ polarizasyonlu olduğunu gösterir. Başka bir ifadeyle dâiresel polarizasyonda x bileşeni 90° ileride ise polarizasyonun tipi sağ polarizasyon; y bileşeni 90° ileride ise polarizasyonun tipi sol polarizasyondur.

Bu sonuçtan hareketle eliptik polarizasyon için de şöyle söylenebilir:

Eliptik polarizasyonlu bir dalgada y bileşeninin, x bileşeninkinden ileride olması hâlinde onun sol polarizasyonlu olduğu; x bileşeninin, y bileşeninkinden ileride olması hâlinde onun sağ polarizasyonlu olduğu sonucu çıkar.

A) Eliptik Polarizasyonlu Dalgalar

Dâiresel polarizeli bir dalga, aslında, özel bir eliptik polarizeli dalgadır. $\mathbf{E}_0 = E_r + jE_i$ ifâdesi $\mathbf{E}_0 = E_r + jE_i = A\mathbf{a}_x + jB\mathbf{a}_y$ olarak alınırsa,

$$\begin{aligned}
 \mathbf{E}(0, t) &= \text{Re} \left[A\mathbf{a}_x + jB\mathbf{a}_y \right] e^{j\omega t} \\
 &= \text{Re} \left[(A\mathbf{a}_x + jB\mathbf{a}_y) \right] e^{j\omega t} \\
 &= (\mathbf{a}_x A \cos \omega t - \mathbf{a}_y B \sin \omega t), \phi = \omega t
 \end{aligned} \tag{37}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{E}(0, t) &= E(0, t)_x \mathbf{a}_x + E(0, t)_y \mathbf{a}_y = (A\mathbf{a}_x \cos \phi - B\mathbf{a}_y \sin \phi) \\
 E(0, t)_x &= A \cos \phi \\
 E(0, t)_y &= -B \sin \phi
 \end{aligned} \tag{38}$$

ve buradan

$$\frac{E(0, t)_x^2}{A^2} + \frac{E(0, t)_y^2}{B^2} = 1 \tag{39}$$

elde edilir ki bu, iki odağa âit yarıçap uzunlukları A ve B olan, bir elips denklemini gösterir. Dolayısıyla,

$$\begin{aligned}
 \mathbf{E}(0, t) &= \text{Re} \left[A\mathbf{a}_x + jB\mathbf{a}_y \right] e^{j\omega t} \\
 &= \text{Re} \left[(A\mathbf{a}_x + jB\mathbf{a}_y) \right] e^{j\omega t} \\
 &= (\mathbf{a}_x A \cos \omega t - \mathbf{a}_y B \sin \omega t), \phi = \omega t
 \end{aligned} \tag{40}$$

ya da

$$\mathbf{E}(0, t) = E(0, t)_x \mathbf{a}_x + E(0, t)_y \mathbf{a}_y = (A\mathbf{a}_x \cos \phi - B\mathbf{a}_y \sin \phi) \tag{41}$$

ifâdelerinin her biri eliptik polarizeli bir dalgayı gösterir. Bu dalgayı karakterize eden vektörün de, dâiresel polarizeli dalgada olduğu gibi, sol polarizeli ve sağ polarizeli tipleri vardır.

Ev Ödevi:

1) Yukarıda (34) ile verilen eliptik dalganın polarizasyonunun tipi için ne söyleyebilirsiniz?

Sorular:

1) Gelme Düzlemi, Yansıma Düzlemi ve Kırılma Düzlemi'ni târif ediniz.

2) Yatay polarizasyonu târif ediniz.

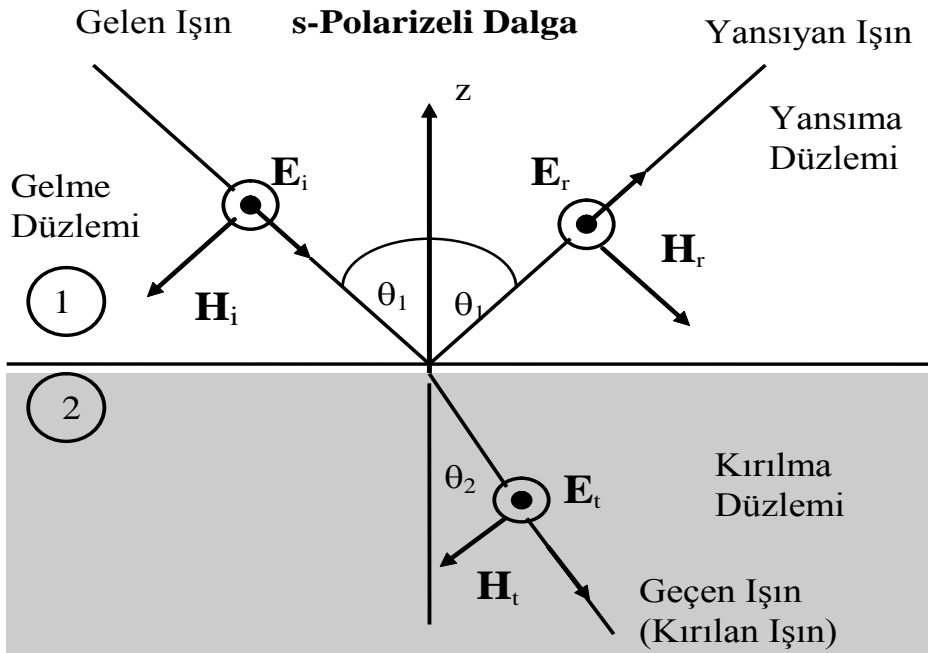
3) Düşey polarizasyonu târif ediniz.

Cevaplar:

1) İki ortamı ayıran ara yüzeyin normalinin gelen ışınla yaptığı düzleme Gelme Düzlemi, yansıyan ışınla yaptığı düzleme Yansıma Düzlemi ve kırılan ışınla yaptığı düzleme Kırılma Düzlemi denir.

2) Elektrik alan vektörünün gelme düzlemine dik olduğu polarizasyona **Yatay (Dik) Polarizasyon** adı verilir. Yatay polarizasyonda elektrik alan vektörü ara yüzeye düzlemine ve manyetik alan vektörü gelme düzlemine paraleldir.

Şekilde 1 ve 2 ortamlarını ayıran sınıra gelen bir dalga yansıyarak E_r , ve kırılarak, E_t , iki kısma ayrılır.



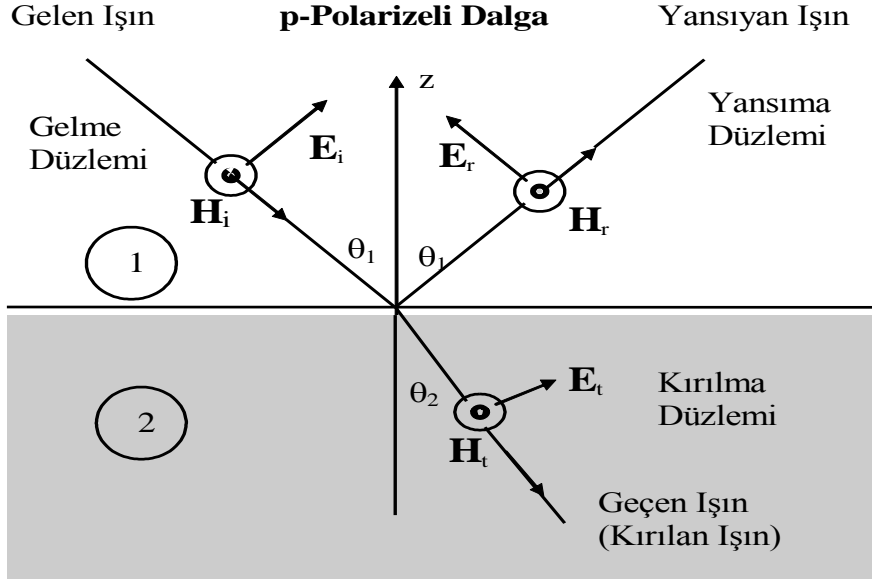
3. Düşey (Paralel) Polarizasyon:

Manyetik alan vektörünün gelme düzlemine dik olduğu polarizasyona **Düşey (Paralel) Polarizasyon** denir. Düşey polarizasyonda manyetik alan vektörü ara yüzeye düzlemine ve elektrik alan vektörü gelme düzlemine paraleldir.¹

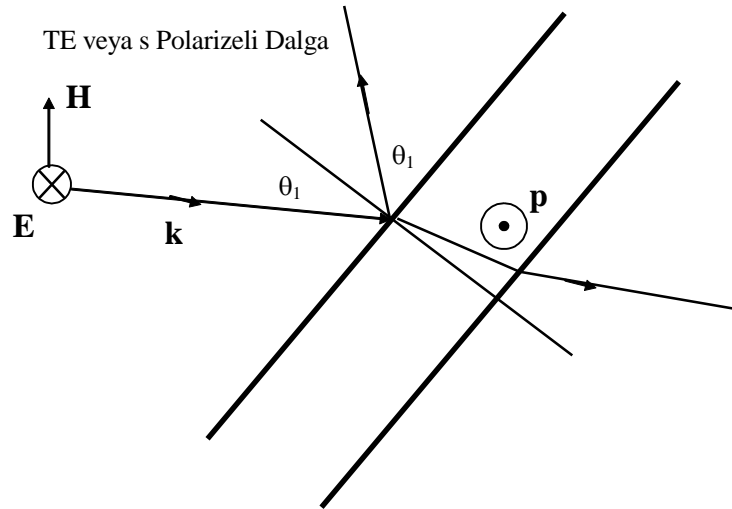
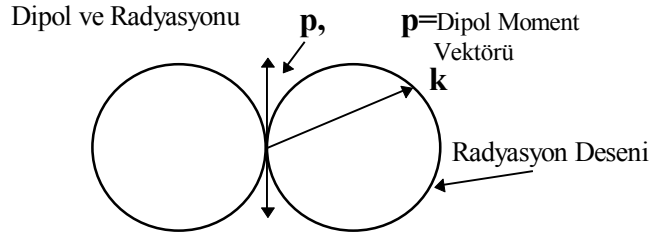
Yatay polarizasyon yatay antenlerle, düşey polarizasyon düşey antenlerle yakından ilgilidir. Bu terimler, dünyâ yüzeyine çarpan elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alan vektörlerinin yönlenmesini karakterize ederler.

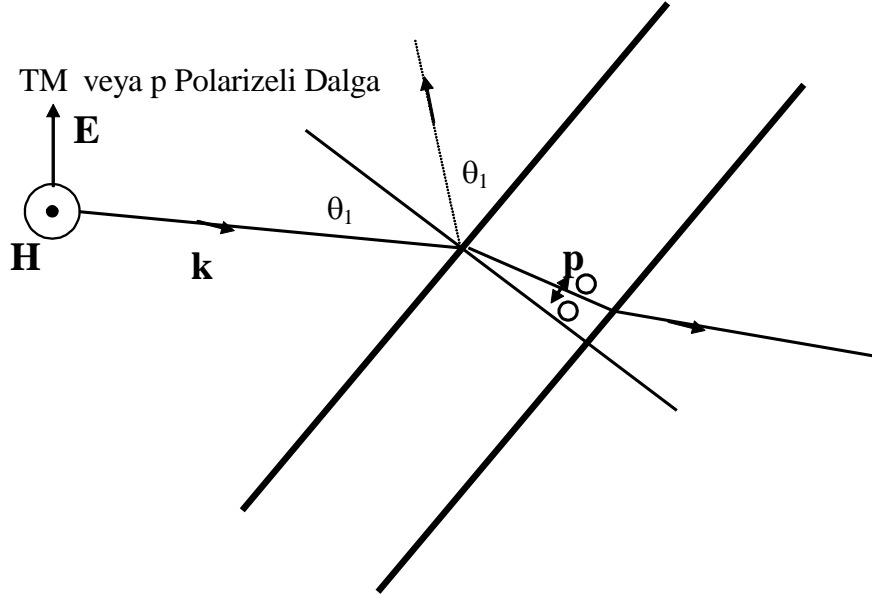
Yatay polarizasyonda elektrik alanı gelme düzlemine dik olduğu için TE modu (Transverse Electric) ve düşey polarizasyonda manyetik alan gelme düzlemine dik olduğu için TM (Transverse Magnetic) modu olarak bilinir. Bâzen TE modlu dalgaya “s” polarizeli ve TM modlu dalgaya ise “p” polarizeli dalga da denir.

¹ Jordan, E.C., and Balmain, K.G., Electromagnetic Waves and Radiating Systems, New Delhi, 1974.

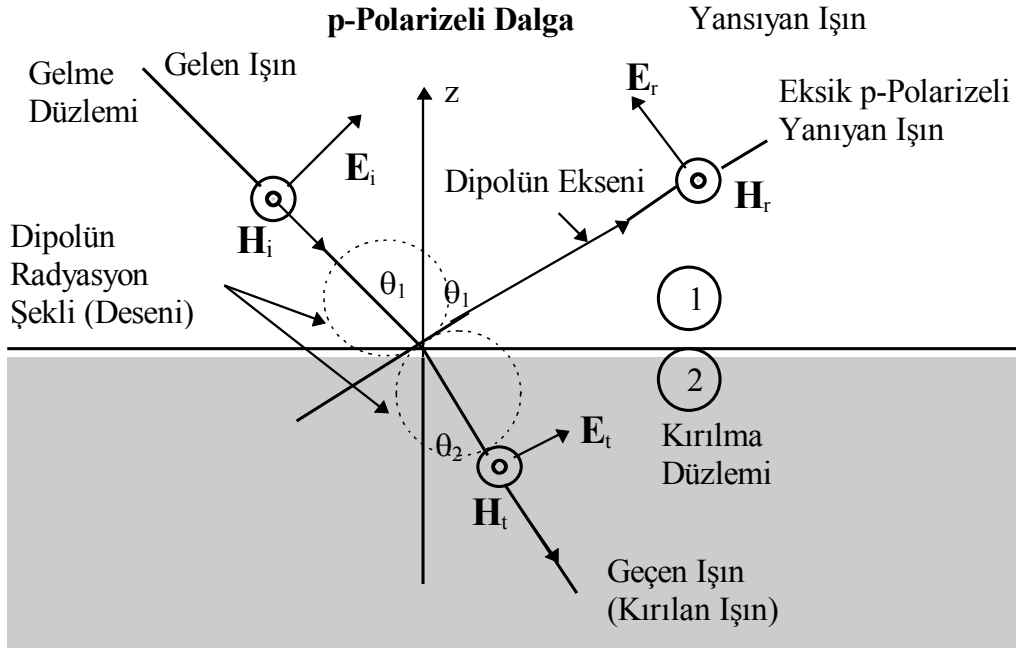


TE modunda meydana gelen elektrik dipolü kendi radyasyonunu yansıyan dalgadan üretmektedir. Elektrik dipolün radyasyonu kendi eksenine diktir. Bu yüzden, TE modunda yansıyan dalganın üretilmesinde bir problem meydana gelmez. Hâlbuki TM modu ve özel bir geliş açısı için yansıyan dalga dipolün uçlarını yoketmeye çalışır. Böylece, yansıyan dalga ile kırılan dalga arasındaki açı tam 90° olduğunda, $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$, yansıyan dalga ortadan kalkar. Bu sùretle optik güç tamamen kırılan dalgaya yönelir.





Brewster açısında yansıyan ışındaki p-polarizeli bileşen ortadan kalkar, dipol radyasyonu tamâmen ikinci ortama transfer edilir.



Sorular:

- 1) Elektromanyetik spektrumu araştırınız.
- 2) Optik dalgaların dalga boyu sınırı nedir?
- 3) Açısal frekansı ω olan,
 - a) E genlikli sağ dairesel polarizasyonlu,
 - b) E_1 ve E_2 genlikli eliptik sağ polarizasyonlu,
 - c) Sol eliptik polarizasyonlu, elektromanyetik dalga denklemlerini yazınız.

Cevaplar:

1) Elektromanyetik spektrum aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1) Elektrik Dalgaları
- 2) Radyo Dalgaları
- 3) Kızılötesi Dalgalar
- 4) Optik Dalgalar
- 5) Morötesi Dalgalar
- 6) X-Işınları
- 7) Gama Işınları
- 8) Sekonder Kozmik Işınlar

2) Optik dalgalar 4000-7600 Å° arasındaki dalga boyunu kapsar. 2000-4000 Å° aralığına **Yakın Kızılötesi**, 7600-10 000 Å° dalga boyu aralığına **Yakın Morötesi** denir.

2000 Å°	4000 Å°	7600 Å°	10 000 Å°
Yakın Kızılötesi	Görünen Işık	Yakın Morötesi	

3) z ekseninin yönü tahtadan bize doğru ve E_x , E_y arasındaki faz açısı δ olmak üzere

a) E genlikli sağ dâiresel polarizasyonlu elektromanyetik dalga denklemleri:

$$E_x = E \sin(\omega t + \beta z), \quad E_y = E \sin(\omega t + \beta z - 90^\circ)$$

ya da

$$E_x = E \sin(\omega t + \beta z + 90^\circ), \quad E_y = E \sin(\omega t + \beta z)$$

Burada E dâirenin yarıçapı olur. Bunun karmaşık biçimi

$$\mathbf{E}_x = E \sin(\omega t + \beta z) \mathbf{a}_x + j E \sin(\omega t + \beta z - 90^\circ) \mathbf{a}_y$$

ya da

$$\mathbf{E}_x = E \sin(\omega t + \beta z + 90^\circ) \mathbf{a}_x + j E \sin(\omega t + \beta z) \mathbf{a}_y$$

olur.

b) E_1 ve E_2 genlikli eliptik sağ polarizasyonlu polarizasyonlu elektromanyetik dalga denklemleri:

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z), \quad E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z - \delta)$$

veyâ

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z + \delta), \quad E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z)$$

Burada $\delta = \pm 90^\circ$ ve genlikler eşit olursa, dâiresel polarizasyon elde edilir.

c) Sol eliptik polarizasyonlu elektromanyetik dalga denklemleri:

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z - \delta), \quad E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z)$$

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z), \quad E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z + \delta)$$

Bunun karmaşık biçimi

$$\mathbf{E}_x = E \sin(\omega t + \beta z - \delta) \mathbf{a}_x + jE \sin(\omega t + \beta z) \mathbf{a}_y$$

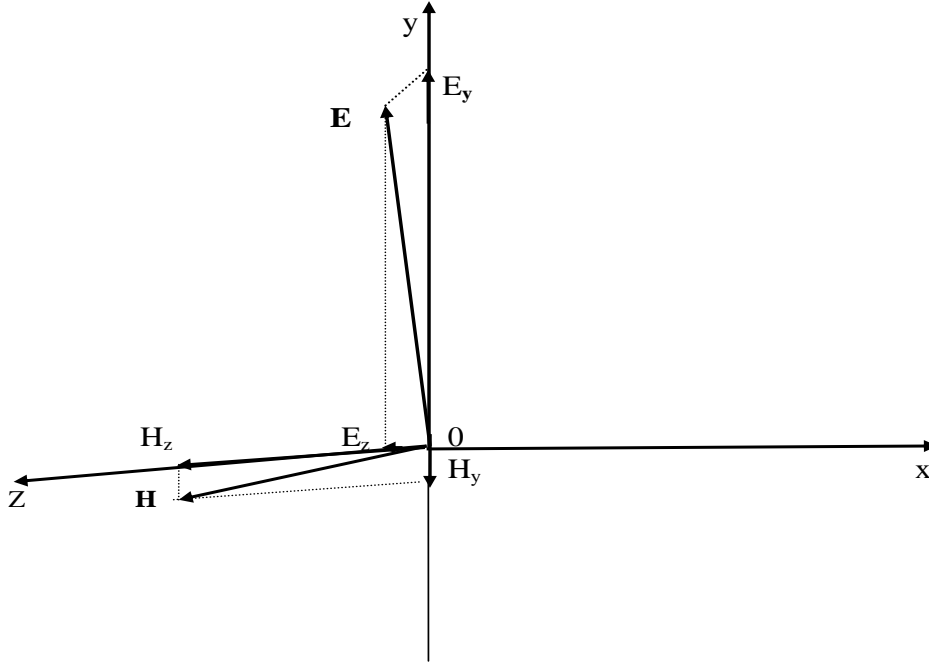
ya da

$$\mathbf{E}_x = E_1 \sin(\omega t + \beta z) \mathbf{a}_x + jE_2 \sin(\omega t + \beta z + \delta) \mathbf{a}_y$$

olur.

4. BİR DÜZLEM ELEKTROMANYETİK DALGANIN EMPEDANSI

X doğrultusunda yayılan düzgün bir düzlem elektromanyetik dalgaya âit elektrik ve manyetik alanları, sâdece x doğrultusunda yayıldığı için, y ve z değişkenlerine bağlı değildir. Diğer x doğrultusunda yayılan bu düzlem elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alanlarının yayılma doğrultusundaki x bileşenleri olmadığı için, bunların sâdece y ve z bileşenleri vardır (Şekil 12).



Şekil 12 x doğrultusunda yayılan TEM düzlem elektromanyetik dalganın ikişer bileşenli elektrik ve manyetik alanları

Maxwell denklemlerinden

$$\nabla \wedge \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = -\mu_0 \frac{\partial \mathbf{H}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \quad (42)$$

denklemi, ε dielektrik sâbiti ile μ manyetik geçirgenlik sâbitinin temsil ettiği bir ortam içinde açılırsa,

$$\begin{aligned} \nabla \wedge \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) &= \mathbf{a}_x \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) + \mathbf{a}_y \left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) + \mathbf{a}_z \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \\ &= -\mu \frac{\partial}{\partial t} (\mathbf{a}_x H_x + \mathbf{a}_y H_y + \mathbf{a}_z H_z) \end{aligned} \quad (42)$$

bulunur. Burada her iki alanın x bileşeni olmadığı için (42)'den

$$-\mathbf{a}_y \frac{\partial E_z}{\partial x} + \mathbf{a}_z \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\mu \frac{\partial}{\partial t} (\mathbf{a}_y H_y + \mathbf{a}_z H_z) \quad (43)$$

ya da

$$\frac{\partial E_z}{\partial x} = \mu \frac{\partial H_y}{\partial t} \quad (44)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = -\mu \frac{\partial H_z}{\partial t} \quad (45)$$

elde edilir.

Benzer şekilde Maxwell denklemlerinden

$$\nabla \wedge \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) = \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \quad (46)$$

açılırsa,

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_x \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) + \mathbf{a}_y \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) + \mathbf{a}_z \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) &= \varepsilon \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \\ &= \varepsilon \frac{\partial}{\partial t} (\mathbf{a}_x E_x + \mathbf{a}_y E_y + \mathbf{a}_z E_z) \end{aligned} \quad (47)$$

bulunur. Burada her iki alanın x bileşeni olmadığı için (47)'den

$$-\mathbf{a}_y \frac{\partial H_z}{\partial x} + \mathbf{a}_z \frac{\partial H_y}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial}{\partial t} (\mathbf{a}_y E_y + \mathbf{a}_z E_z) \quad (48)$$

ya da

$$\frac{\partial H_z}{\partial x} = -\varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} \quad (49)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial E_z}{\partial t} \quad (50)$$

elde edilir.

Genel olarak gerek elektrik alan ve gerekse manyetik alan

$$u(\mathbf{r},t) = u_1(\mathbf{r},t) + u_2(\mathbf{r},t) = \sin\beta(\mathbf{r}-vt) + \sin\beta(\mathbf{r}+vt) \quad (51)$$

ifâdesinde görüldüğü gibi, $u(\mathbf{r},t)$ dalgası, $(\mathbf{r}+vt)$ 'nin bir fonksiyonudur. Burada yayılım x eksenini doğrultusunda olduğu için meselâ, elektrik alanı $(x-vt)$ 'nin bir fonksiyonu olarak alınabilir:

$$E_y = f(x - vt) \quad (52)$$

ya da

$$E_y = f(x - vt) = f(X) \quad (53)$$

$$X = x - vt \quad (54)$$

Buna göre

$$\frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{\partial f}{\partial t} \frac{\partial X}{\partial t} \quad (55)$$

veyâ

$$\frac{\partial E_y}{\partial t} = -v \frac{\partial f}{\partial t} = X' \frac{\partial f}{\partial t} \quad (56)$$

ya da

$$\frac{\partial E_y}{\partial t} = -v \frac{\partial f}{\partial t} = X' \frac{\partial f}{\partial t} \quad (57)$$

bulunur. Dolayısıyla, (57)'ye göre (49) ve (52)'den

$$\frac{\partial H_z}{\partial x} = -\varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} \quad (58)$$

$$\frac{\partial H_z}{\partial x} = -\varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} = -\varepsilon \frac{\partial f(x-vt)}{\partial t} = \varepsilon v f' \quad (59)$$

ya da

$$\frac{\partial H_z}{\partial x} = -\varepsilon \frac{\partial E_y}{\partial t} = -\varepsilon \frac{\partial f(x-vt)}{\partial t} = \varepsilon v f' \quad (60)$$

$$H_z = \varepsilon v \int f' dx + C \quad (61)$$

elde edilir. Burada belirsiz entegral sâbitidir. Bunu, $C=0$ şekline, sıfır alabiliriz:

$$H_z = \varepsilon v \int f' dx \rightarrow H_z = \varepsilon v f \quad (62)$$

veyâ

$$H_z = \varepsilon v \int f' dx \rightarrow H_z = \varepsilon v f \quad (63)$$

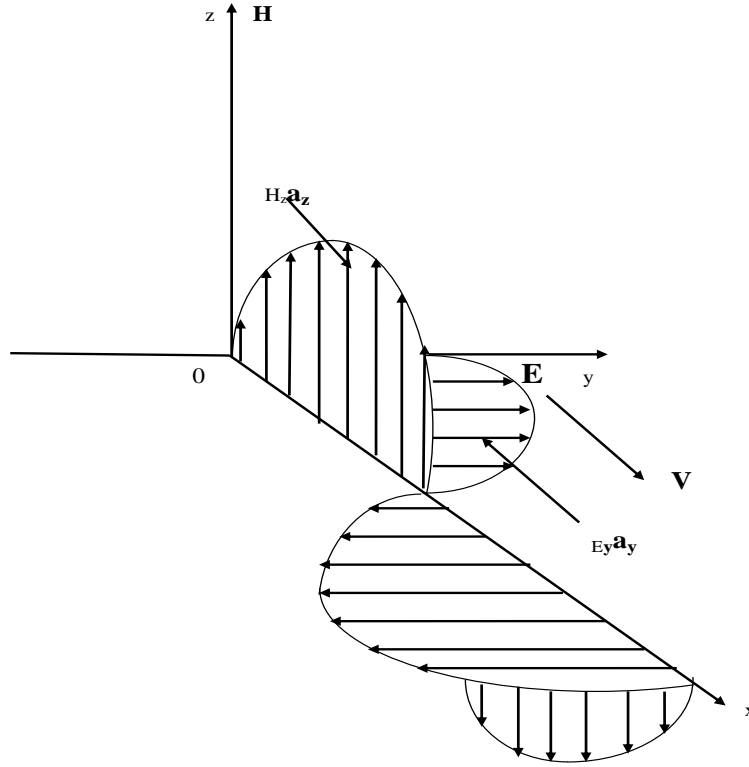
ya da (48) ve (57)'den

$$\frac{H_z}{f} = \frac{H_z}{E_y} = \varepsilon v = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} \rightarrow \frac{E_y}{H_z} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \quad (64)$$

bulunur ki, burada

$$Z = \frac{E_y}{H_z} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \quad (65)$$

büyükliğünün birimi ohm olup Z 'te dielektrik sâbiti ε ve manyetik geçirgenlik sâbiti μ olan bir ortamda elektromanyetik dalganın empedansı denir (Şekil 13).



Şekil 13 Dielektrik sâbiti ε ve manyetik geçirgenlik sâbiti μ olan bir ortamda Dik kartezyen koordinat sisteminde y doğrultusunda elektrik alanı ve z doğrultusunda manyetik alanı olan bir TEM elektromanyetik dalganın x doğrultusunda \mathbf{v} hızı ile yayılımı

Xyz koordinat sisteminde y 'den başlayarak saat ibreleri yönünde gidilerek ($y \rightarrow z \rightarrow x$) z eksenini elde edilir ki, bu durumda, görüldüğü gibi bu sıradaki elektrik ve manyetik alan bileşenlerin E_y/H_z pozitif işâretli bir empedans verir. Z 'den başlayarak saat ibrelerinin ters yönünde bir gidişle ($z \rightarrow x \rightarrow y$) z ve y eksenleri sırasına göre tanımlanan E_z/H_y , hâliyle negatif işâretli bir empedans verecektir:

$$Z = -\frac{E_z}{H_y} = -\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad (66)$$

Sorular:

12) Bileşenleri

$$\mathbf{E} = E_y \mathbf{a}_y + E_z \mathbf{a}_z, \quad \mathbf{H} = H_y \mathbf{a}_y + H_z \mathbf{a}_z$$

olan bir düzlem elektromanyetik dalganın elektrik ve manyetik alan vektörlerinin birbirine her zaman dik olduğunu gösteriniz.

2) Serbest uzayda manyetik alan $\mathbf{H}_x(z,t) = H_m e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_x$ olarak veriliyor.

a) Dalganın faz hızını bulunuz.

b) Dalganın reel ve imajiner bileşenlerini bulunuz. Sizi (mühendisi) hangi kısmı ilgilendirmektedir?

c) Dalganın yayılma doğrultusunu ve yönünü belirtiniz.

d) Elektrik akı yoğunluğu vektörünü bulunuz.

e) Elektrik vektörünü bulunuz.

f) Boşlukta elektromanyetik dalga empedansını hesaplayınız.

g) $\omega = 10^{12}$ r/s için dalganın faz sâbitini hesaplayınız.

3) Serbest uzayda $E(z,t) = 65 \pi e^{j(10^{12} t + \beta z)} \mathbf{a}_x$ V/m, $H(z,t) = H_m e^{j(10^{12} t + \beta z)} \mathbf{a}_y$ A/m olarak veriliyor. Manyetik alanın H_m genliğini bulunuz.

Cevaplar:

1) Eğer elektrik ve manyetik alan vektörleri birbirine her zaman dik ise bunların skaler çarpımı sıfır eder:

$$\mathbf{E} \cdot \mathbf{H} = (E_y \mathbf{a}_y + E_z \mathbf{a}_z) \cdot (H_y \mathbf{a}_y + H_z \mathbf{a}_z) = E_y H_y + E_z H_z$$

(61) ve (62)'den

$$\mathbf{E} \cdot \mathbf{H} = (E_y \mathbf{a}_y + E_z \mathbf{a}_z) \cdot (H_y \mathbf{a}_y + H_z \mathbf{a}_z) = Z H_y H_z - Z H_z H_y = 0.$$

veyâ

$$\mathbf{E} \wedge \mathbf{H} = \mathbf{a}_x (E_y H_z - E_z H_y) = \mathbf{a}_x (Z H_z^2 + Z H_y^2) = \mathbf{a}_x Z H^2 = \mathbf{a}_x Z |H|^2$$

bulunur ki, bu yz düzlemine dik doğrultuda yayılan bir dalganın varlığını gösterir.

2a) Dalganın faz hızı: Dalganın fazı sâbittir: $\omega t + \beta z = \text{Sâbit}$. Her iki tarafın zamana göre türevi alınırsa,

$$v = -\frac{\omega}{\beta} = -\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = -3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

bulunur. Demek ki dalga $-z$ doğrultusunda v hızı ile gitmektedir.

2b) Dalganın reel ve imajiner bileşenleri:

$$\mathbf{H}(z,t) = H_m e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_x = H_m [\cos(\omega t + \beta z) + j \sin(\omega t + \beta z)] \mathbf{a}_x$$

$$h(z,t)_r = \text{Re}H(z,t) = H_m \cos(\omega t + \beta z)$$

$$h(z,t)_i = \text{Im}H(z,t) = H_m \sin(\omega t + \beta z)$$

2c) Dalganın yayılma doğrultusu: Dalganın yayılma doğrultusu $-z$ doğrultusundadır.

2d)

$$\nabla \wedge \mathbf{H}(r,t) = \frac{\partial \mathbf{D}(r,t)}{\partial t}$$

$$\begin{vmatrix} \mathbf{a}_x & \mathbf{a}_y & \mathbf{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial x} \\ H_m e^{j(\omega t + \beta z)} & 0 & 0 \end{vmatrix} = -\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

ya da

$$H_m \frac{\partial}{\partial z} e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_y = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

$$j\beta H_m e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_y = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

$$\mathbf{D}(z,t) = \frac{\beta H_m}{\omega} e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_y$$

2e) Elektrik vektörü:

$$\mathbf{E}(z,t)/\epsilon_0 = \mathbf{D}(z,t) = \frac{\beta H_m}{\omega \epsilon_0} e^{j(\omega t + \beta z)} \mathbf{a}_y$$

2f) Boşlukta elektromanyetik dalga empedansı:

$$Z = E / H = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120 \pi \Omega$$

3) Serbest uzayda $E(z,t) = 65 \pi e^{j(10^{12}t + \beta z)} \mathbf{a}_x$ V/m, $H(z,t) = H_m e^{j(10^{12}t + \beta z)} \mathbf{a}_y$ A/m olarak veriliyor. Elektromanyetik dalganın faz hızı:

$$\omega = 10^{12} \text{ r/s,}$$

$$v = \omega / \beta = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Elektromanyetik dalganın serbest uzaydaki empedansı :

$$Z = E/H = E_m/H_m = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi \Omega$$

$$v = \omega/\beta \rightarrow \beta = \omega/v = \frac{10^{12}}{3 \times 10^8} = \frac{1}{3} \times 10^4 \text{ m}^{-1}$$

$$H_m = E/H = E_m/Z = \frac{E_m}{\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}} = \pm \frac{65\pi}{120\pi} = \pm \frac{13}{8} \text{ A/m}$$

$$\nabla \wedge \mathbf{E} = \begin{vmatrix} \mathbf{a}_x & \mathbf{a}_y & \mathbf{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 65\pi e^{j(10^{12}t + \beta z)} & 0 & 0 \end{vmatrix} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

Eşitliğin sol tarafı pozitif sağ tarafı negatif olup başka bir eksi işaret olmadığı için H_m 'nin işareti (-) çıkar. Yâni, $H_m = -\frac{13}{8} \text{ A/m}$ olur.

Eğitim ve Moral Köşesi:
OKUMA PARÇASI

Teknoloji ve Ahlâkî Sorunlar

Prof. Dr. Mustafa TEMİZ

İnsanlar, Dünyâ ve Âhîret'te saâdete kavuşmanın mücâdelesini vermektedirler. Huzur ve mutluluk, maddî ve mânevî zenginliklerin insanın kişiliğinde bir denge içinde, iç ve dış dünyâsında birleşmesinden doğmaktadır. İnsanın dış dünyâsı refah ve teknoloji ile, iç huzuru ise ahlâkî değer yargılarıyla ilgilidir.

Körfez savaşı ve onu tâkip eden günlerde en çok endişe edilen hususlardan birisi yine, Irak devletinin başında bulunan Saddam'ın kişiliği idi. Saddam, geçmişte olduğu gibi, fırsatını bulduğu anda, Dünyâ'yı baştanbaşa kana boyamaya, şahsî hırs ve emellerini gerçekleştirmek için kendisi dışında her şeyi fedâ etmeye hazır bir ruh yapısına sâhip gibi görünmektedir.

Batı'nın sert ve vahşî materyalist karakteri, komünizmin insanlık erdemlerine kıymet vermeyen eğitimi ve şarkın cesur ve atak karakter yapısının şahsında birleşmesiyle, onun yirminci yüzyılın teknik imkânlarını eline geçiren bir insanlık canavarı hâline geldiğini hepimiz tahmin ediyor ve kişiliğinde "*İnsan, insanın canavarıdır*", ya da "*İnsan için insandan daha korkunç bir mahlûk düşünülemez*" sözlerinin gerçek birer örneğine rastlıyoruz.

Onun sergilediği manzara, insanlığa, onun kutsiyetine ve ruh yapısına değer verilmediği müddetçe, bilim ve teknoloji yoluyla insanlığın, bırakınız mutluluğu yakalamasını, bilâkis daha hızlı bir

şekilde felâketini hazırladığının bir alarımını vermektedir. Bu bakımdan, yirmi birinci yüzyılda, bilim ve teknolojinin dev adımlarla ilerlemesine paralel olarak, insan faktörünün daha da önem kazanacağına, rahmetli Özal tarafından ifade edilmesi, yabana atılır bir görüş değildir. Bu görüşe kıymet vermeyenler, sırf madde ve materyalist fikirlere aşırı bir tutku ile saplanmış, insanlık ve fazilet kavramlarından nasiplerini alamayan kimselerdir. Bunlar, dünyadaki gelişmeler karşısında başlarını kuma gömen devekuşlarını andırmaktadırlar.

1986 da Chernobly (Çernobil) nükleer fâciâsı üzerine ilk Batılı gazeteci olarak reaktörü ziyaret eden Rushworth:

"Hayretle öğrendim ki, patlamanın olduğu gece, iki elektrik mühendisi 4 nolu reaktör üzerinde oynamışlar... Birbirinden bağımsız çalışan altı tâne bilgisayar kontrollü alarm sistemine rağmen işe devam etmişler. İlk alarm sistemi karşılıklarına çıkıp, "Dur, daha ileri gitme!.. Tehlikeli durum!.." dediğinde, deneyden vazgeçmek yerine, alarmı kapatmışlar. Deneyi otomatik olarak durduran emniyet kilitlerini bile devreden çıkarmışlar... Bunların geri zekalı olması düşünülemezdi." dedikten sonra **Peki neden böyle yaptılar?** sorusuna:

"Bunu, sorumluluk duygusuyla, ahlak anlayışıyla, şuurla veyâ etik kaygıyla izah edebilirsiniz "şeklinde cevap vermekte ve devam etmektedir:

"Bilgisayarın alarm sistemini susturabilmek için, önce içinizdeki (vicdanınızdaki) sesi susturmanız gerekir. "**Yapma, tehlikeli!..**" diye fısıldayan sesi duymazlıktan gelmelisiniz. Chernobly'deki iki mühendis bu sesi kamufle edebilmişlerdir. Demek ki bu iş, teknolojiyi ilgilendiren bir iş değil, ahlâkî bir meseledir." şeklinde fikrini belirtmektedir.

Tüp bebek konusunun, çocuğu olmayan anne ve babalar için bir mutluluk vâsıtası olduğu söylenmektedir. Bunun yanında parası bol olanlar için de bir kirâlık anne sektörünü doğurmak üzeredir. Gebeliğin, zor, zahmetli, ağırlı, sancılı ve tehlikeli olduğunu söyleyen parası bol bâzı çocuk meraklıları, "**Bana âit olan bir embriyoyu, kirâlık bir annenin karnında büyütebilirim**" diye düşünmektedirler. Böyle kirâlık annelerden biri, doğum yaptıktan sonra, çocuğu annesine vermeyi reddetmiştir.

İşte sana şimdiye kadar bilinmeyen diğer bir problem... Teknoloji gelirken yanında problemi ile birlikte gelmektedir. "**Dokuz ay karnımda taşıdığım, doğum sancılarını çektiğim çocuk benim!.. Onu kimseye vermem!..**" diyen kirâlık anne mi haklı, yoksa **embriyo** sâhibi kadın mı?

Şunu demek istiyorum:

Teknoloji sihirli bir lamba değildir. Yanında, daha çok ahlâkî ve etik faktörlerle çözülebilecek problemleri birlikte getirmektedir.

Her devirde, üstün bir ırk oluşturma sevdâsı yüzünden milyonlarca insanı canavarca muamelelere tâbi tutan başka bir başka Hitler'in gelmeyeceğini ve çocuk yapmak isteyen her kadını, kurduğu insan çiftliklerinde üstün ırk embriyolarına zorlamayacağını kim garanti edebilir (1)?

2010 yılına kadar* sürmesi beklenen **Genom Projesi**'yle insan DNA'sındaki 3 milyar civârında moleküler harften oluşan sistemin genetik kartının çıkarılması hedeflenmiş bulunmaktadır (1). Hızla ilerleyen bu teknoloji ileride, belki, her şahıs için **genetik kimlik kartları** oluşturma imkânına kavuşacaktır. Bu gelişmeler, insanları genetik özelliklerine göre sınıflamaya tâbi tutacak, insanların fazîlet ve erdem boyutları belki de önemini yitirecek, insan çiftlikleri ve **islah istasyonları** kurulmaya başlayacaktır. Daha da beteri, bu işin uzmanları insanların bütün fizyolojik yapılarına müdâhale edebileceklerdir. Bu gün genlere müdâhale ederek nasıl, taşıt vasıtalarına yüklenmesi kolay olsun diye, **tuğla gibi dört köşe karpuz** yetiştirmek mümkün oluyorsa, o zaman da, diyelim belden altı aslan, ya da yılan fakat belden üstü insan olan mahlâkların ortaya çıkması, olağan bir hal alabilecektir.

Bunlar, aslında, çok ciddî ahlâkî problemlerdir. Bu problemlerin büyüklüğü gelişen teknolojiyle artmakta ve daha da önem kazanmaktadır.

"Bir an için 19. yüzyıla gittiğinizi düşünün" diyor, **Rushworth**:

"Chernobly gibi bir olay meydana gelebilir miydi? Diyelim ki, o zamanın en büyük gemisini yükledik ve sarhoş bir kaptana teslim ettik. Böyle bir gemi karaya oturduğu zaman meydana gelecek zarar bu günküllere göre hafif kalırdı. Bir de 21. yüzyılı düşünün ve ortaya çıkabilecek ahlâkî problemleri hesaplayın. Belki de en büyük ve karmaşık olanı Genom Projesi'dir... Farz edelim ki, herkesin bir genetik sicili yapıldı. Bir işe girmek istiyorsunuz. İşveren, sicilinizi bir güzel tarayacak ve ileride yakalanabileceğiniz hastalıkların listesine bakacak... Hasta olan bir insanı bile bile kim işe almak ister? İşte size ahlâkî bir problem" daha... (1).

Teknoloji ilerledikçe, tahribâtı da artmaktadır. *"Çünkü, dâimâ duygu ile merhameti elinden alınmış insan, makineden daha tehlikeli bir konuma getirilmiş demektir" (2).*

İnsanlığın fazîlet ve erdemini sifîra düşüren bu faktörlerle Chernobly'de alarmı susturan kişi, ya da şahsî kaprisleri uğruna milyonların helâkine kılını kıpırdatmayan gelecekteki Saddam'ların ne farkı olacak ki? **Hiroşima**'yı yerle bir eden silah, bir kişinin ufak bir hareketiyle ateşlenmedi mi?

Dört başlı bir insan, ya da insan-canavar karışımı bir mahluk oluşumunu engelleyen hiç bir teknoloji geliştirmek mümkün değildir. Başka bir ifâdeyle, teknolojinin doğurduğu ahlâkî tahribat, yine alternatif bir teknoloji üreterek önlenemez. Öyleyse ne yapmalı?

*Zamanda gezmen olsan, ne çare ki faydasız,
Gönüller diken tutmuş, halk içinde ıpıssız.
Bizi ikaz ediyor ruhların kirlenmesi,
On dört asır önceden Kur'an'ın billûr sesi (3).*

Bir insanı ve onun vücûdunu düşününüz. Bu, madde ve mânâdan müteşekkildir. Bu insan, bu iki unsuru ile insandır. Mânâsının yâni onun gönül âleminin gereklerini yapmazsanız, sâdece maddesi ile meşgul olursanız, ne olur? O insan saâdet ve mutluluğu yakalayamaz. Madde-mânâ dengesizliği ortaya çıkar, bu artınca sonunda, Allah korusun, intihara kadar gider. Bu durum tek bir kanatla bir uçağı uçmaya zorlamaya benzer. Uçurmak için ısrar edilirse, belki, kısa bir zamanda uçak bir tarafa sapanacaktır.

* Bu yazı 1990'lı yıllarda kaleme alınmıştır.

Sonuç olarak insanoğlu, gâye mutluluk olunca, bütün faaliyetlerinde bu iki unsuru dengeli olarak ele almak zorundadır (4). "İnsanların etrafına zarar veren, gerektiğinde öldürmekten çekinmeyen birer vahşî olmalarını engelleyici tek ölçü mânevî değerler ve inançlardır" (5). Bu da insanın ikinci cephesini, insânî yanını, kısacası ahlâk ve mâneviyatını teknolojik gelişmelere paralel bir şekilde ele alıp geliştirmekle, yazar **Olca Yazıcı**'nın dediği gibi (2), teknolojiye **insânî boyut** kazandırmakla mümkün olacaktır. Bu ise, ahlâk ve değer yargılarının daha çok önemsenmesi, hattâ teknolojik gelişmelerin ahlâkî sistemlerden vize alır duruma getirilmesi demektir.

Yirmibirinci yüzyıla girerken, insanlık kendini ahlâk sistemini esas alan bir organizasyona tabî tutmak zorundadır.

Referanslar:

1. İnsan ve Kâinat, Modern Tıbbın İki Yüzü, Sayfa 39-46, Sayı 81, 1992.
2. Yazıcı, O., Teknolojiye İnsânî Boyut, İnsan ve Kâinat, Sayı 50, Sayfa 11.
3. Temiz, M., Bilgi Toplumu, Sayfa 126 Sehâ Neşriyat, 1991.
4. Temiz, M., Bilgi Toplumu, Gelecekte Bir Kesit, Sayfa 197-214 Sehâ Neşriyat, 1991.
5. Kuru, F., Z. Gazetesi, Gündem, 15 Temmuz 1990.

NOT: Daha fazla benzer yazılar için Her Zaman Güncel (Diri) Kalan Yazılar, <http://gayalo.net/yazilar.html> ya da <http://mtemiz.com/bilim/bilimkosesi.htm>