FİZ102 FİZİK-II

Ankara Üniversitesi

Fen Fakültesi Fizik Bölümü

3. Hafta

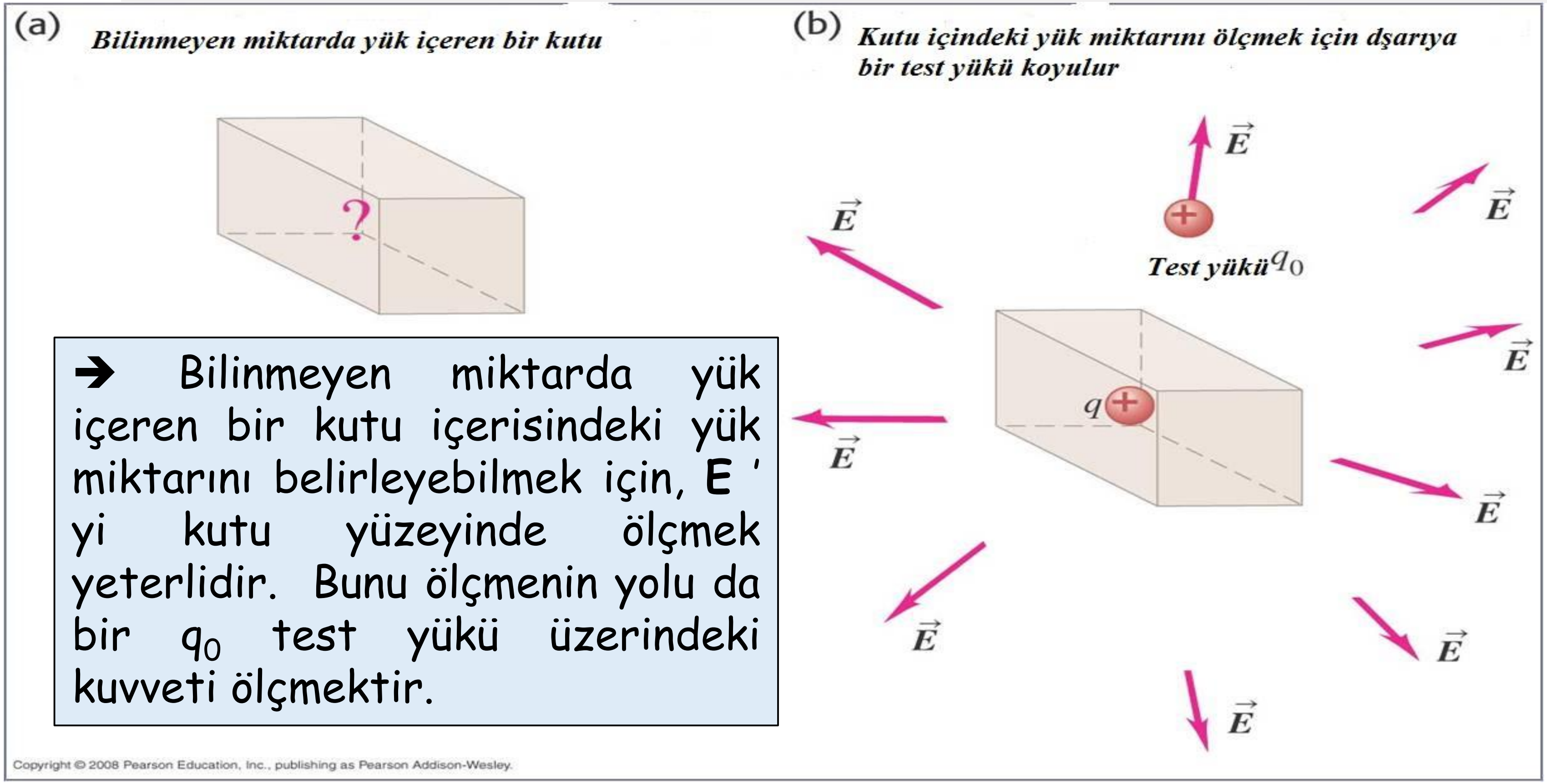
Aysuhan Ozansoy

Bölüm-III: Gauss Kanunu

1. Elektrik Akısı
2. Gauss Kanunu (Yasası)
3. Gauss Kanununun Uygulamaları
4. Elektrostatik Dengedeki İletkenler

1. Elektrik Akısı

Soru: *Bir bölgede elektrik alan çizgilerinin dağılımını biliyorsak o bölgede yük dağılımını belirleyebilir miyiz?*



➔ Bilinmeyen miktarda yük içeren bir kutu içerisindeki yük miktarını belirleyebilmek için, **E** ' yi kutu yüzeyinde ölçmek yeterlidir. Bunu ölçmenin yolu da bir q_0 test yükü üzerindeki kuvveti ölçmektir.

- Bir yüzeyden geçen **elektrik akısı**, elektrik alan çizgilerinin yüzeyden içe veya dışa doğru olması ile ilgilidir.

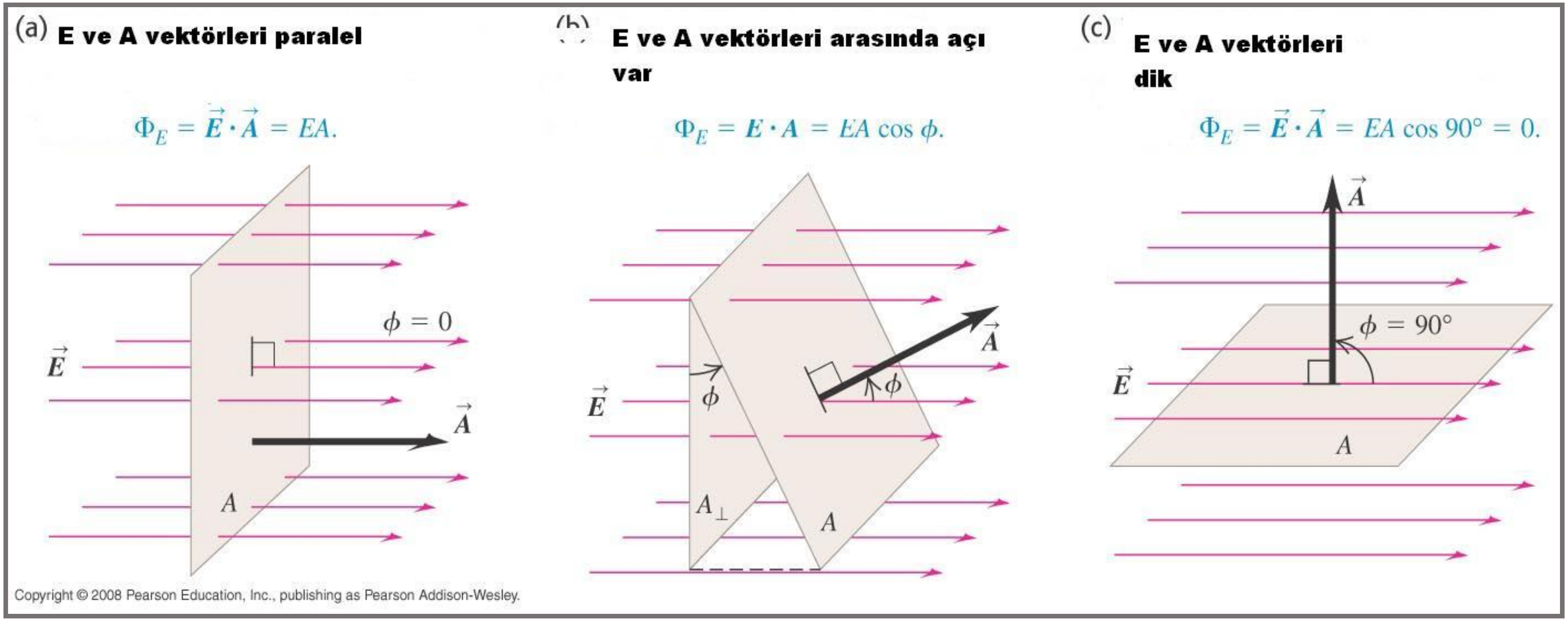
Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

Sonuçlar:

➔ Kapalı bir yüzeyden geçen elektrik akısının içeri ya da dışarı olması, yüzey içindeki net yükün işaretine bağlıdır.

➔ Net elektrik akısı, yüzey içindeki yük miktarıyla doğru orantılıdır ancak yüzeyin boyutlarından bağımsızdır.

Düzgün elektrik alanın akısı:



Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

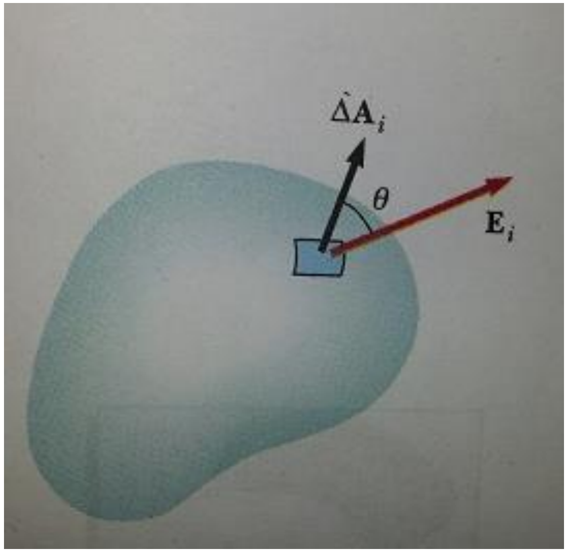
$$\boxed{\Phi_E = \vec{E}\cdot\vec{A}}$$

Düzgün elektrik alanın akısı.

$$\boxed{\vec{A} = A\hat{n}}$$

→ Yüzeyden dışarı doğru, yüzeye dik birim vektör.

Düzgün olmayan elektrik alanın akısı:



Şekil Kaynak [2]' den alınmıştır.

Elektrik alan, seçilen küçük yüzey üzerinde her yerde aynı olacak şekilde yüzey küçük parçalara bölünür.

$$\Delta\Phi_E = \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{A}_i$$

$$\Phi_E = \lim_{\Delta A_i \to 0} \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{A}_i = \int_{yüzey} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Elektrik akısının en genel tanımı:

$$\boxed{\Phi_E = \int_{yuzey} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_{yuzey} E \cos\theta \, dA}$$

2. Gauss Yasası

Gauss Yasası; yüklü cisimlerin simetrilerinden yararlanarak oluşturdukları elektrik alanı hesaplamayı sağlar.

(Carl Friedrich Gauss 1777-1855, Alman matematikçi ve gökbilimci)

➔ Kapalı bir yüzeyden geçen net elektrik akısı, yüzeyin içindeki net yük miktarı ile doğru orantılıdır.

$$\boxed{\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{iç}}{\varepsilon_0}}$$

Yüzey içindeki net yük

Toplam elektrik alan

Gauss Yasası, yüzeyin bir noktasındaki elektrik alan ile yüzeyi çevreleyen toplam yük arasındaki ilişkiyi verir. Gauss Yasası, Coulomb Yasasının bir sonucudur. Ancak Gauss Yasası daha geneldir çünkü hareketli yüklere de uygulanabilir.

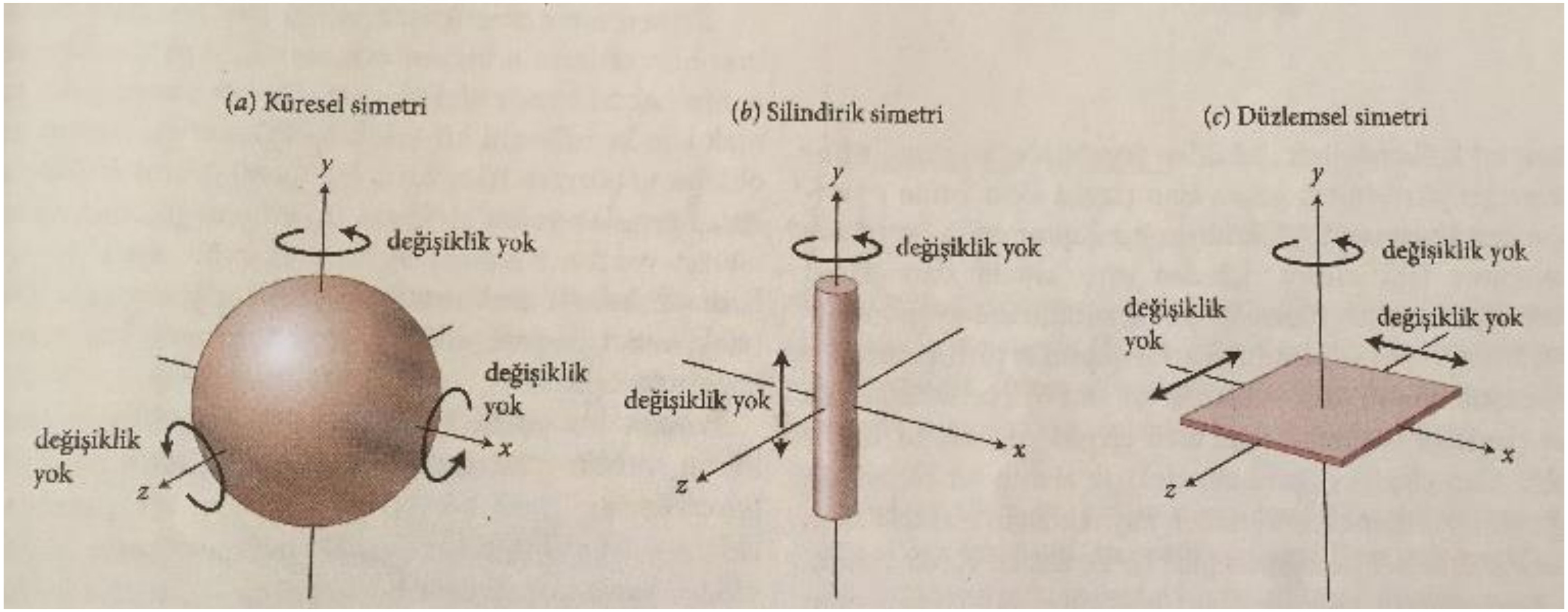
3. Gauss Yasasının Uygulamaları:

➔ Gauss Yasası, yüksek simetriye sahip yük dağılımlarına uygulanır.

➔ Sistemin simetrisine uygun bir Gauss yüzeyi seçilir.

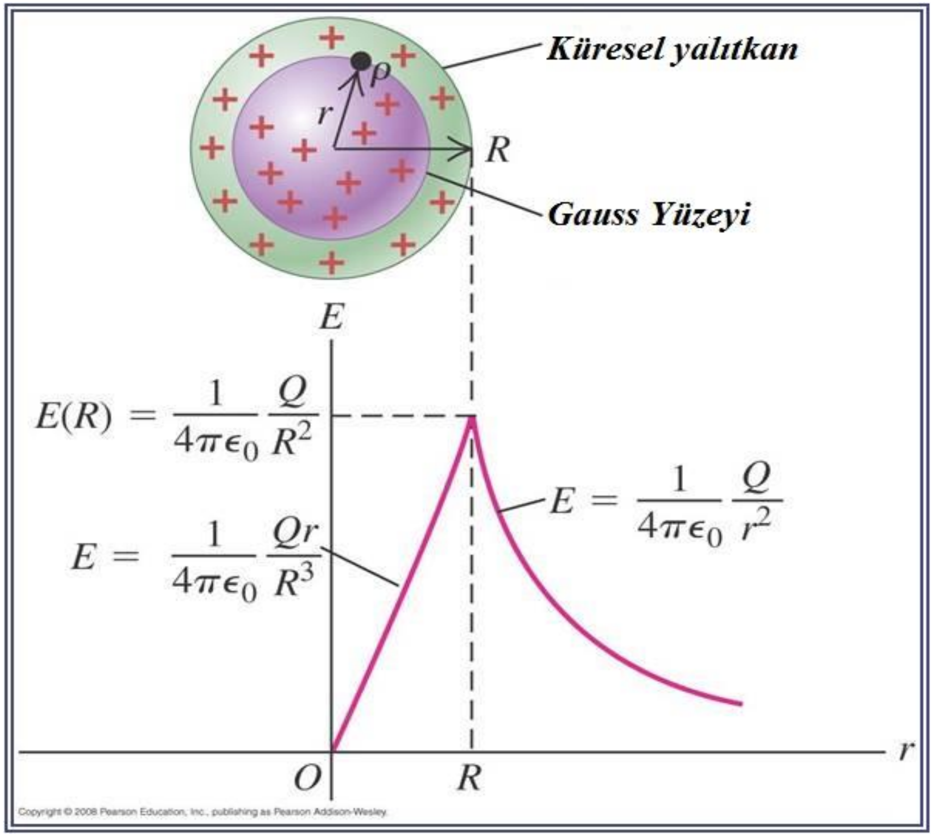
➔ **E** ' yi hesaplayacağımız nokta Gauss yüzeyi üzerinde olmalıdır.

Gauss yasası' nın uygulamaları için üç önemli simetri:



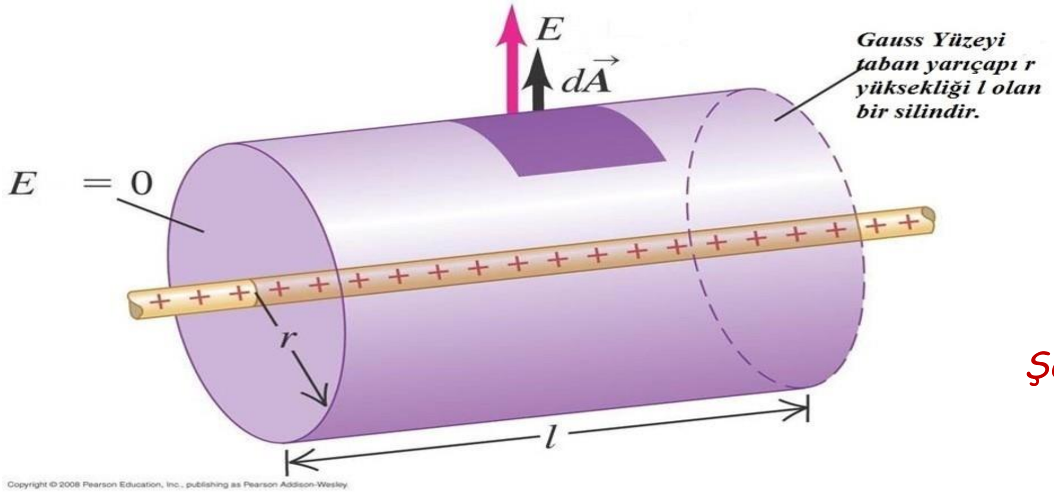
Şekil Kaynak [3]' ten alınmıştır.

Örnek 1: Düzgün yüklü yalıtkan küre;



Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

Örnek 2: Sonsuz çizgisel yük dağılımının alanı;



Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

$$\Phi_E = \cancel{\oint_{sol} \vec{E}\cdot d\vec{A}} + \cancel{\oint_{sag} \vec{E}\cdot d\vec{A}} + \oint_{yan} \vec{E}\cdot d\vec{A}$$

$$= \oint_{yan} \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\varepsilon_0} \quad (Q_{iç} = \lambda\, l)$$

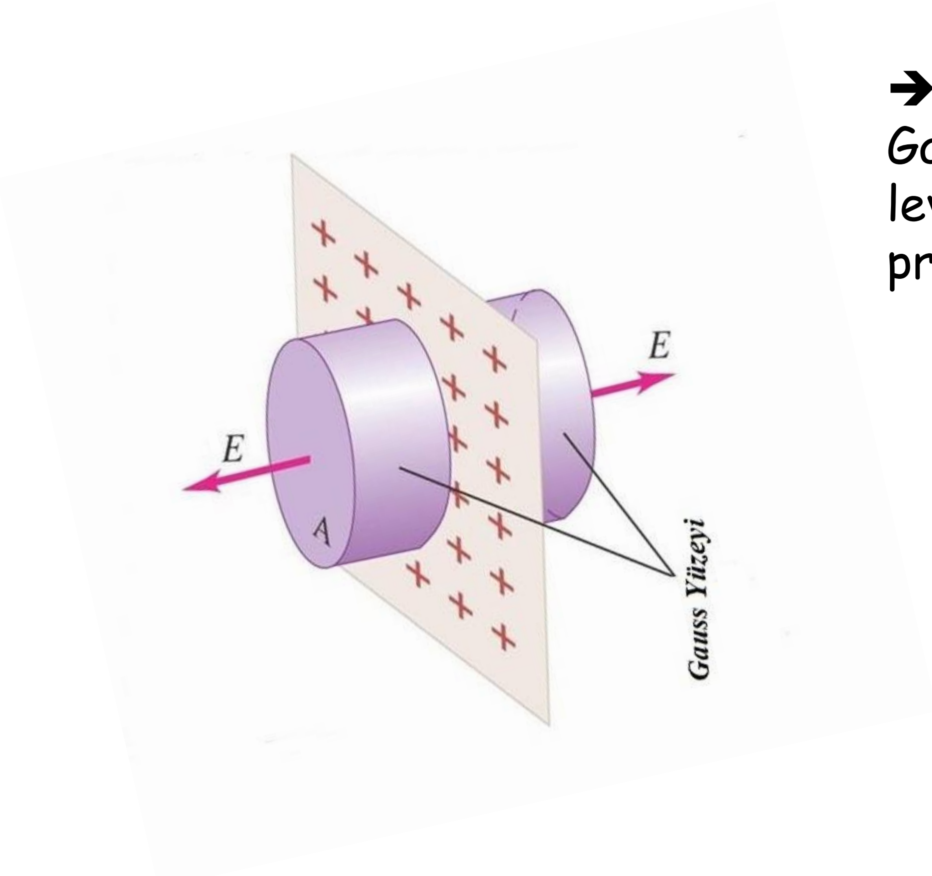
$$= E(2\pi r l) = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0} = 2k\frac{\lambda}{r}$$

➔Elektrik alan, yük dağılımından dışarı doğrudur. Sistem silindirik simetriye sahip.

➔E ' nin tele paralel bileşeni yok.

➔ Sonsuz tel, bir idealleştirmedir. Eğer alanı hesaplayacağımız mesafe, telin boyutları yanında çok kısa ise Gauss Yasası yine uygulanabilir.

Örnek 3: Düzgün yüklü sonsuz düzlem levhanın alanı;

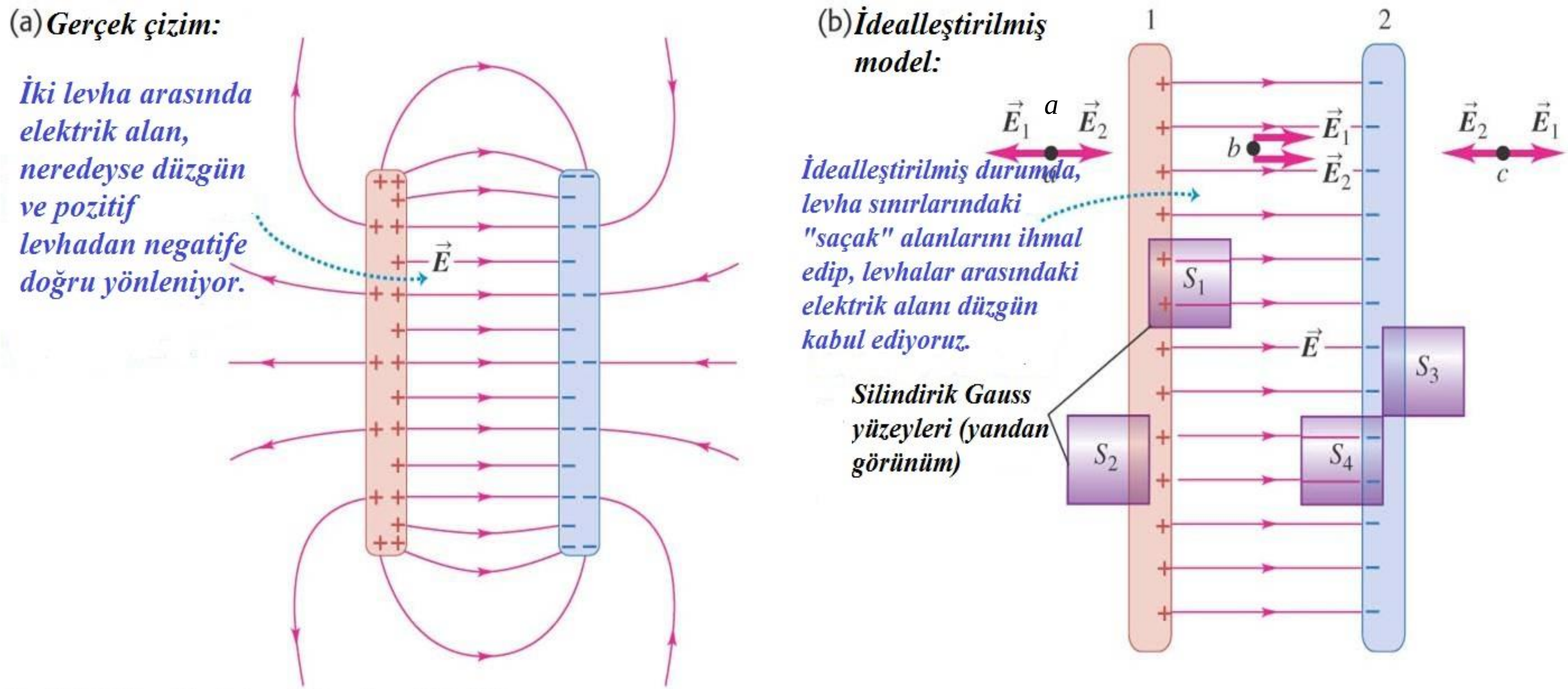


Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

➔ Elektrik alan levhadan dışarı doğrudur. Gauss Yüzeyi, levhayı iki taraftan saran , levhaya dik bir silindir (ya da dikdörtgen prizma) olabilir.

$$\boxed{\begin{aligned}\Phi_E &= \oint_{sol} \vec{E}\cdot d\vec{A} + \oint_{sag} \vec{E}\cdot d\vec{A} + \cancel{\oint_{yan} \vec{E}\cdot d\vec{A}} \\ &= \oint_{sol} \vec{E}\cdot d\vec{A} + \oint_{sag} \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\varepsilon_0} \\ &= EA + EA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\end{aligned}}$$

Örnek 4: Zıt yüklü iki düzlem levha: Biri $+\sigma$ diğeri $-\sigma$ yük yoğunluğu taşıyan iki levha



Levhaların dışında $\vec{E}=0 \quad (a\ ve\ c'de)$

$$\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}+\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

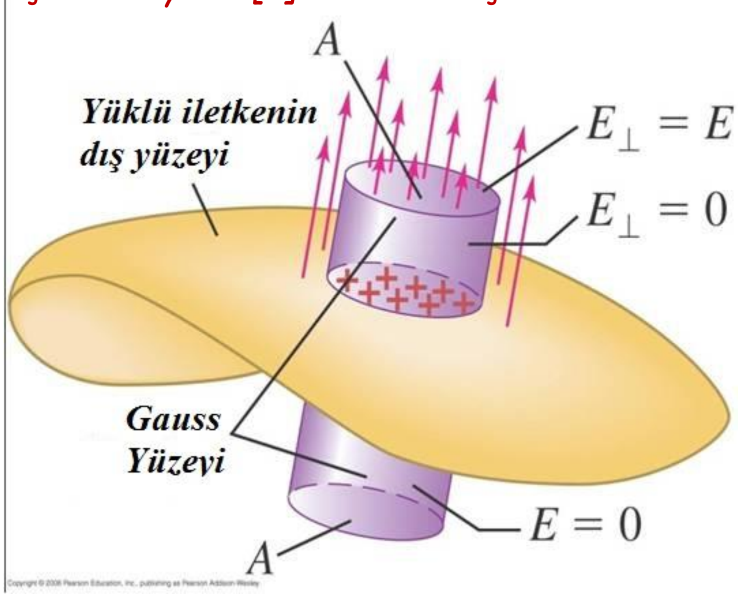
$$\vec{E}=\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad (b'de)$$ Levhalar arasında

Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.

4. Elektrostatik Dengedeki İletkenler

1. İletkenlerin içinde statik elektrik alan bulunmaz.
2. İletkene eklenen fazladan yükler yüzeyde toplanır.
3. İletkenlerin içine yalıtkan bir boşluk açıldığında, boşluğun içinde yük yoksa, iletken içinde elektrik alan sıfırdır. Boşluğun içinde yük varsa boşluğun dış yüzü indüksiyonla yüklenir, fazla yükler iletken yüzeyinde toplanır ve iletken içinde elektrik alan yine sıfır olur.
4. İletkenin hemen dışında **E**, iletken yüzeye diktir ve değeri E= σ/ε_0' dır.

Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.



Gauss yüzeyinin iletkenle arakesiti çok küçük alınırsa , arakesit üzerinde yük yoğunluğu sabit kabul edilir➔ **E** sabit kabul edilir..!

$$\Phi_E = \oint_{üst} \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\varepsilon_0}$$

$$= EA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

Lokal yük yoğunluğu

Kaynaklar:

1. "*Üniversite Fiziği Cilt-I* ", H.D. Young ve R.A. Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara
2. " Fen ve Mühendislik için Fizik, Cilt-2", R.A. Serway, R.J. Beichner, 5. baskıdan çeviri, Palme Yayncılık 2002.
3. Fizik-İlkeler ve Pratik Cilt-II, E. Mazur (Çeviri Editörleri: A. Verçin ve A.U. Yılmazer) 1. Baskıdan çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık, 2016. Ankara.