



FİZ112 FİZİK-II

*Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
5. Hafta*

AYSUHAN OZANSOY

Bölüm-III: Gauss Kanunu

(Devam)

4. Gauss Kanununun Uygulamaları

4.1. Düzgün yüklü yalıtkan kürenin alanı

4.2. Sonsuz çizgisel yük dağılımının alanı

4.3. Düzgün yüklü sonsuz düzlem levhanın alanı

4.4. Zıt yüklü iki düzlem levha

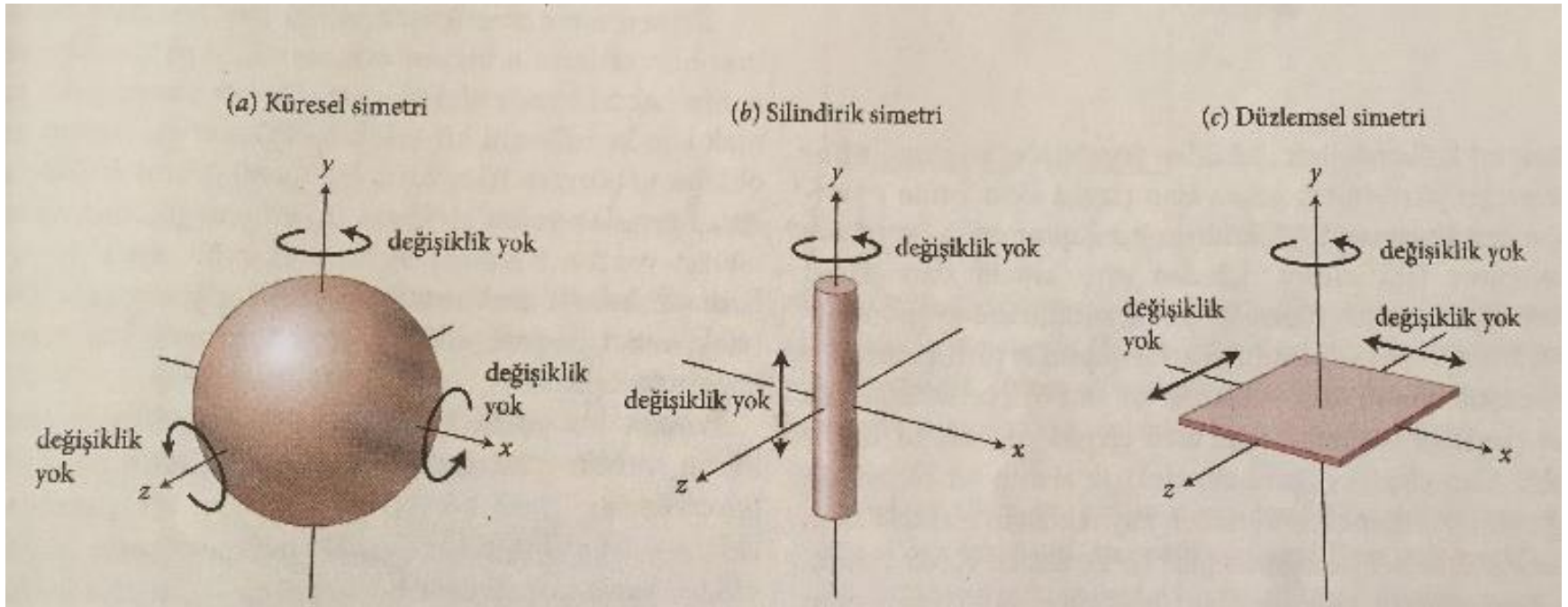
4.5. Düzgün yüklü sonsuz silindirin alanı

5. Elektrostatik Denge'deki İletkenler

4. Gauss Yasasının Uygulamaları:

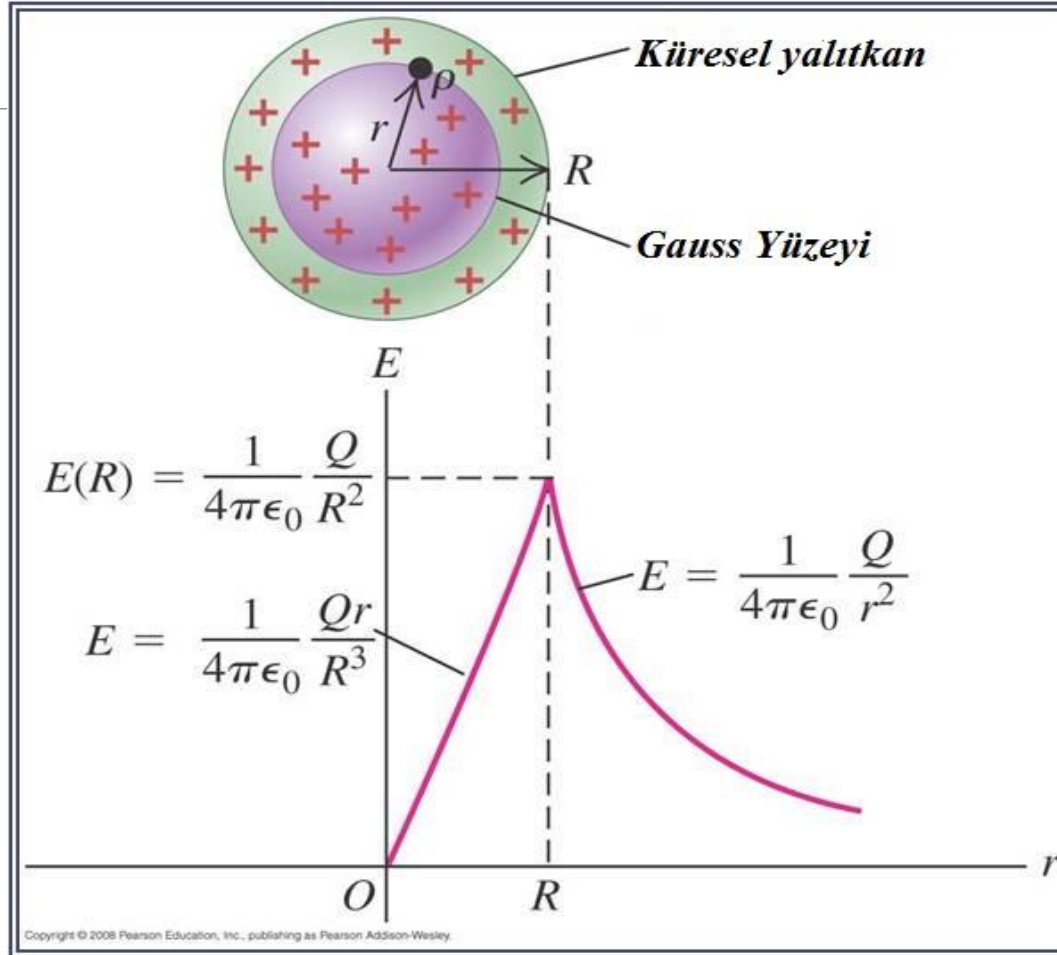
- Gauss Yasası, yüksek simetriye sahip yük dağılımlarına uygulanır.
- Sistemin simetrisine uygun bir Gauss yüzeyi seçilir.
- E 'yi hesaplayacağımız nokta Gauss yüzeyi üzerinde olmalıdır.

Gauss yasası' nın uygulamaları için üç önemli simetri:

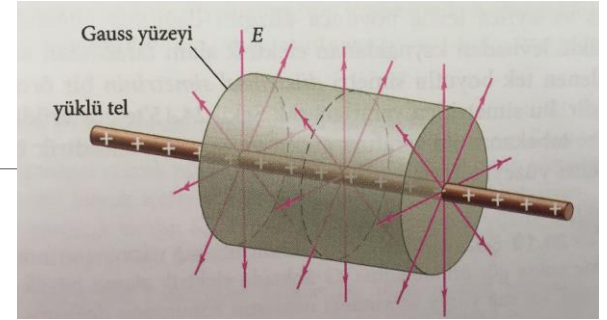
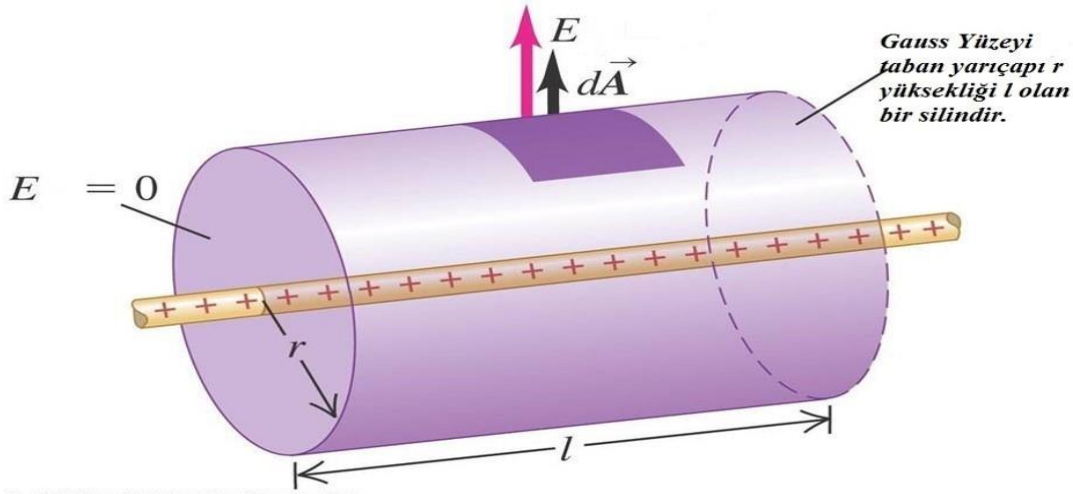


Şekil Kaynak[1]' den alınmıştır.

4.1. Düzgün yüklü yalıtkan kürenin alanı;



4.2. Sonsuz çizgisel yük dağılımının alanı;



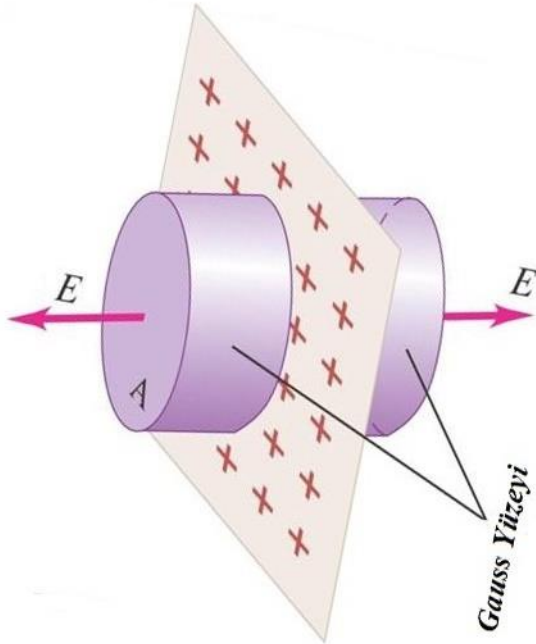
→ Elektrik alan, yük dağılımından dışarı doğrudur. Sistem silindirik simetriye sahip.

→ E 'nin tele (ya da çubuk) paralel bileşeni yok.

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

$$\begin{aligned}\Phi_E &= \oint_{\text{sol}} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \oint_{\text{sag}} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \oint_{\text{yan}} \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ &= \oint_{\text{yan}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0} \quad (Q_{iç} = \lambda l) \\ &= E(2\pi r l) = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} = 2k \frac{\lambda}{r}\end{aligned}$$

4.3. Düzgün yüklü sonsuz düzlem levhanın alanı;



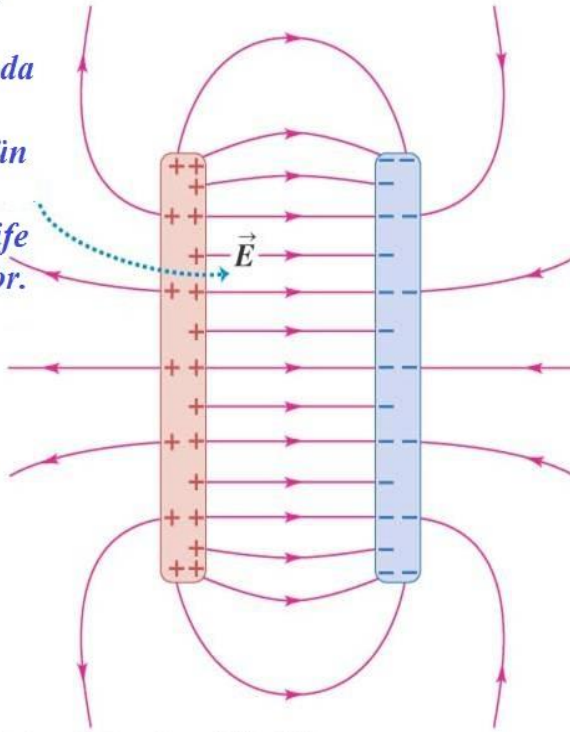
→ Elektrik alan levhadan dışarı doğrudur. Gauss Yüzeği, levhayı iki taraftan saran, levhaya dik bir silindir (ya da dikdörtgen prizma) olabilir.

$$\begin{aligned}\Phi_E &= \oint_{sol} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \oint_{sag} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \oint_{yan} \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ &= \oint_{sol} \vec{E} \cdot d\vec{A} + \oint_{sag} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0} \\ &= EA + EA = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\end{aligned}$$

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

(a) Gerçek çizim:

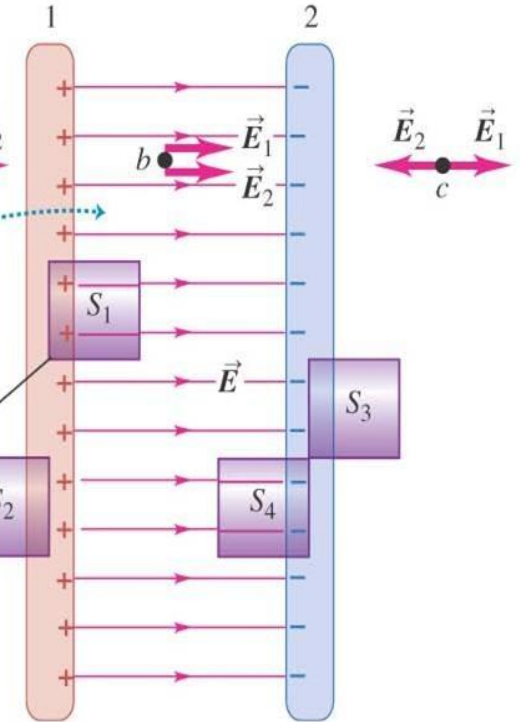
İki levha arasında elektrik alan, neredeyse düzgün ve pozitif levhadan negatife doğru yöneliyor.



(b) İdealleştirilmiş model:

İdealleştirilmiş durumda, levha sınırlarındaki "saçak" alanlarını ihmal edip, levhalar arasındaki elektrik alanı düzgün kabul ediyoruz.

Silindirik Gauss yüzeyleri (yandan görünüm)



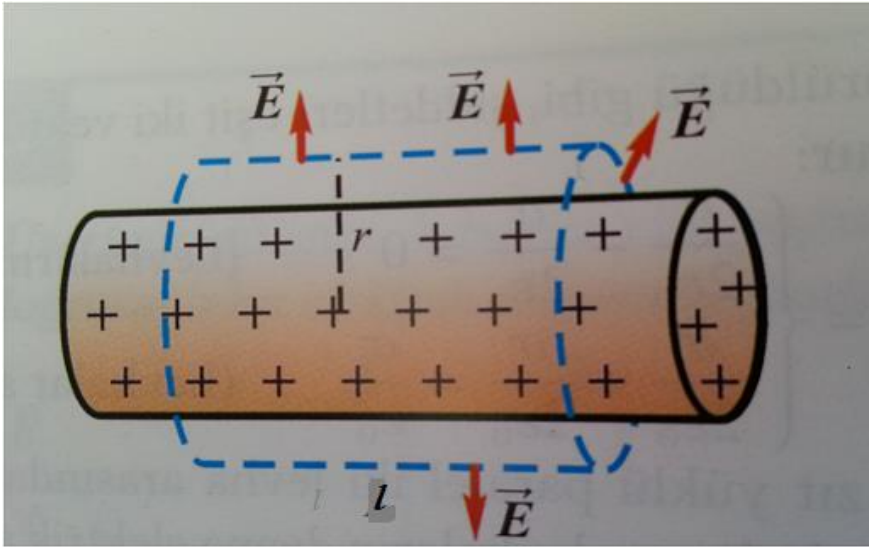
Levhaların dışında $\vec{E} = 0$ (a ve c'de) $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (b'de)$$

Levhalar arasında

4.5. Düzgün yüklü sonsuz silindirin alanı



ρ Hacimsel yük yoğunluğuna sahip, R yarıçaplı sonsuz silindirin içindeki ve dışındaki bölgelerde elektrik alan;

$$r < R \Rightarrow E \oint dA = E(2\pi r l) = \frac{\rho(\pi r^2 l)}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}$$

$$r > R \Rightarrow E \oint dA = E(2\pi r l) = \frac{\rho(\pi R^2 l)}{\epsilon_0}$$

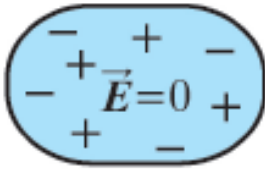
$$E = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r}$$

Şekil, Kaynak[3]'ten alınmıştır

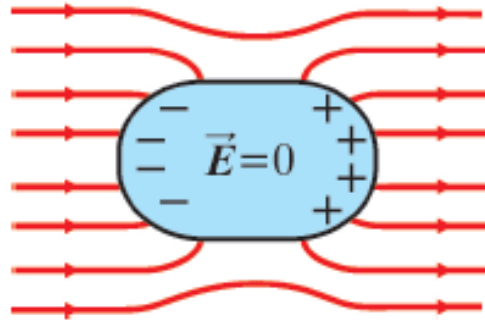
5. Elektrostatik dengedeki iletkenler:

(Bu kısım, Kaynak[3]' ten alınmıştır)

- Dengedeki bir iletken içinde her yerde elektrik alan sıfırdır.



İletken içinde $\vec{E} \neq 0$ olsaydı, o zaman serbest elektronlar üzerinde $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvveti oluşurdu.

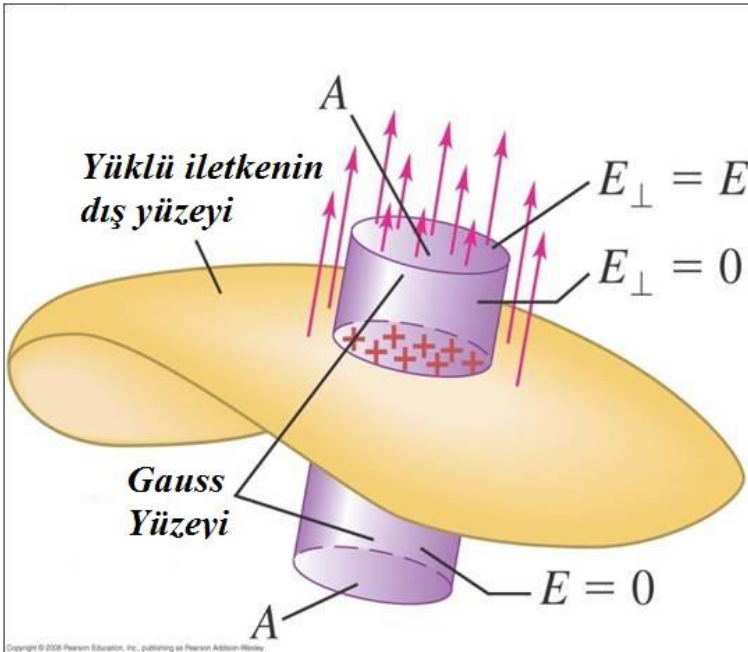


Böylece serbest elektronlar harekete başlar ve iletken içinde $\vec{E} = 0$ yapıncaya kadar durmazlardı. ▼

- Bir dış elektrik alan içine konulan iletken içinde yine $\vec{E} = 0$ olur.

Başlangıçta rastgele konumlarda olan elektronlar, dış elektrik alanın $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvvetinin etkisiyle, elektrik alana zıt yönde toplanır ve iletken içinde dış elektrik alanı sıfırlar.

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 $E = \sigma / \epsilon_0$ ' dir.



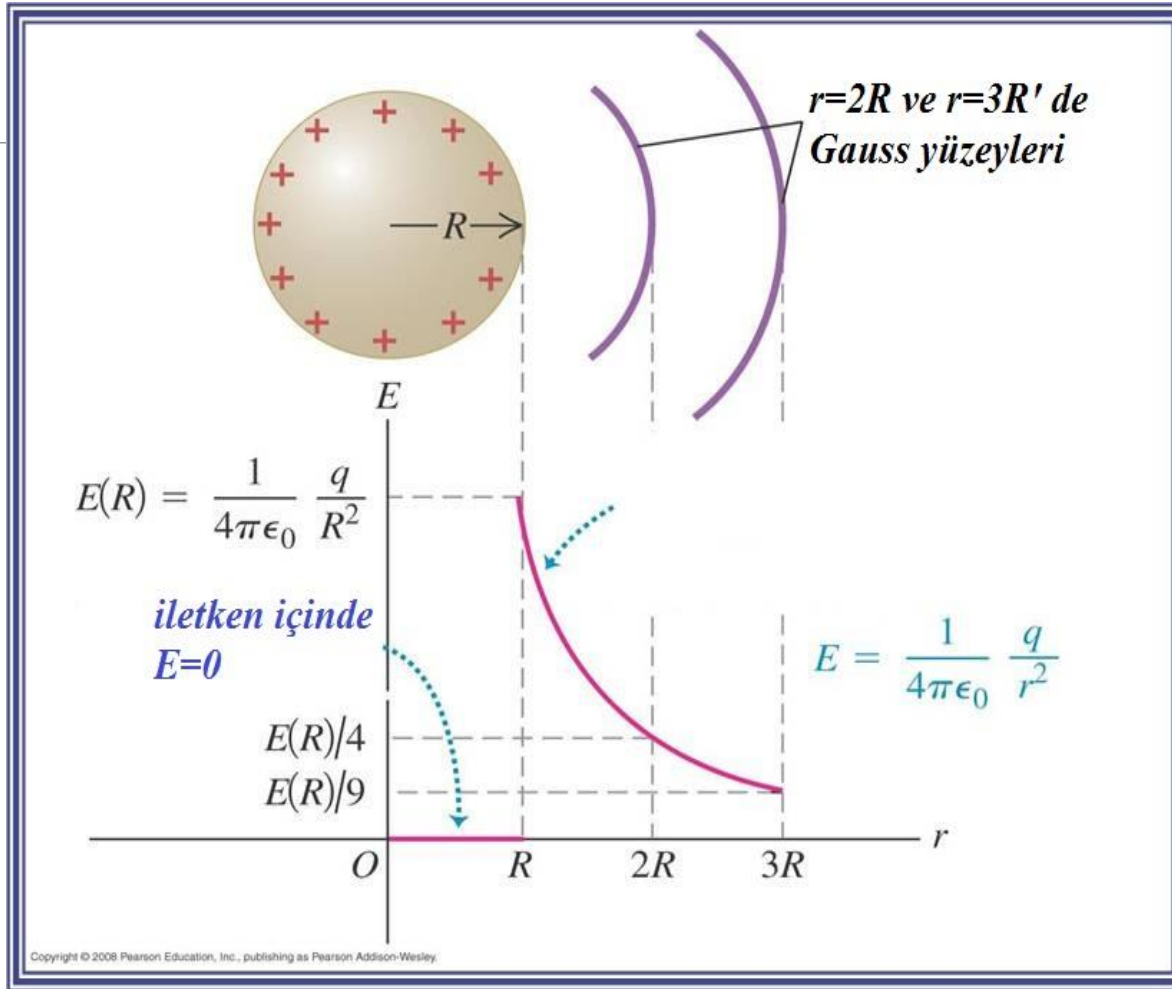
Gauss yüzeyinin iletkenle arakesiti çok küçük alınırsa , arakesit üzerinde yük yoğunluğu sabit kabul edilir \rightarrow **E** sabit kabul edilir..!

$$\Phi_E = \oint_{üst} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0}$$

$$= EA = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Lokal yük yoğunluğu !!!

Örnek: Küresel iletken:



Kaynaklar:

1. "Fizik-İlkeler ve Pratik Cilt-II", E. Mazur (Çeviri Editörleri: A. Verçin ve A.U. Yılmaz) 1. Baskıdan çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık, 2016. Ankara.
2. "Fen ve Mühendislik için Fizik, Cilt-2", R.A. Serway, R.J. Beichner, 5. baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık 2002.
3. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> ("Üniversiteler için Fizik", B. Karaoğlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
4. Diğer tüm şekiller şu kaynaktan alınmıştır: "Üniversite Fiziği Cilt-I", H.D. Young ve R.A. Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara