



FİZ112 FİZİK-II

*Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
8. Hafta*

AYSUHAN OZANSOY

Bölüm 5: Sığa ve Dielektrikler

1. Kondansatörler ve Sığanın Tanımı
2. Sığanın Hesaplanması
3. Kondansatörlerin Bağlanması
4. Kondansatörde Depolanan Enerji

1.Kondansatörler ve Sığanın Tanımı

- Yüklü iki iletken arasındaki potansiyel farkı, bir enerji depolandığını gösterir ve küçük bir deneme yükünü bu enerji hareket ettirir. Kondansatör (kapasitör ya da sığaç) denen aygıtlar bu esasa göre çalışırlar.
- Elektriksel potansiyel enerjiyi ve elektrik yükünü depolayabilen aygıtlara **kondansatör** denir.
- En yaygın kondansatör, aralarında ΔV potansiyel farkı olan, eşit miktarda zıt yükle yüklenmiş iki iletkendendir oluşur. İletkenler arasında boşluk ya da bir yalıtkan olabilir.

Kondansatörün sığası

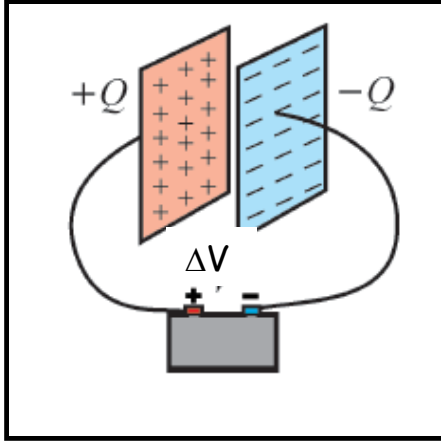
$$C \equiv \frac{Q}{\Delta V}$$

$C > 0 !!!$

Sığa: [F]

1 Farad=1 Coulomb / Volt

➤ Kondansatörleri yüklemenin en yaygın yolu, iletkeni bir bataryanın (güç kaynağının) uçlarına bağlamaktır. İletkenlerde $+Q$ ve $-Q$ yükleri yüklendikten sonra, batarya devreden çıkarılır, bu durumda iletkenler arasında bir ΔV potansiyel farkı oluşur.



→ Zıt yüklü levhaların toplam yükü sıfır olsa da, kondansatörün yükü Q ile gösterilir.



Şekil, [1]' den alınmıştır.

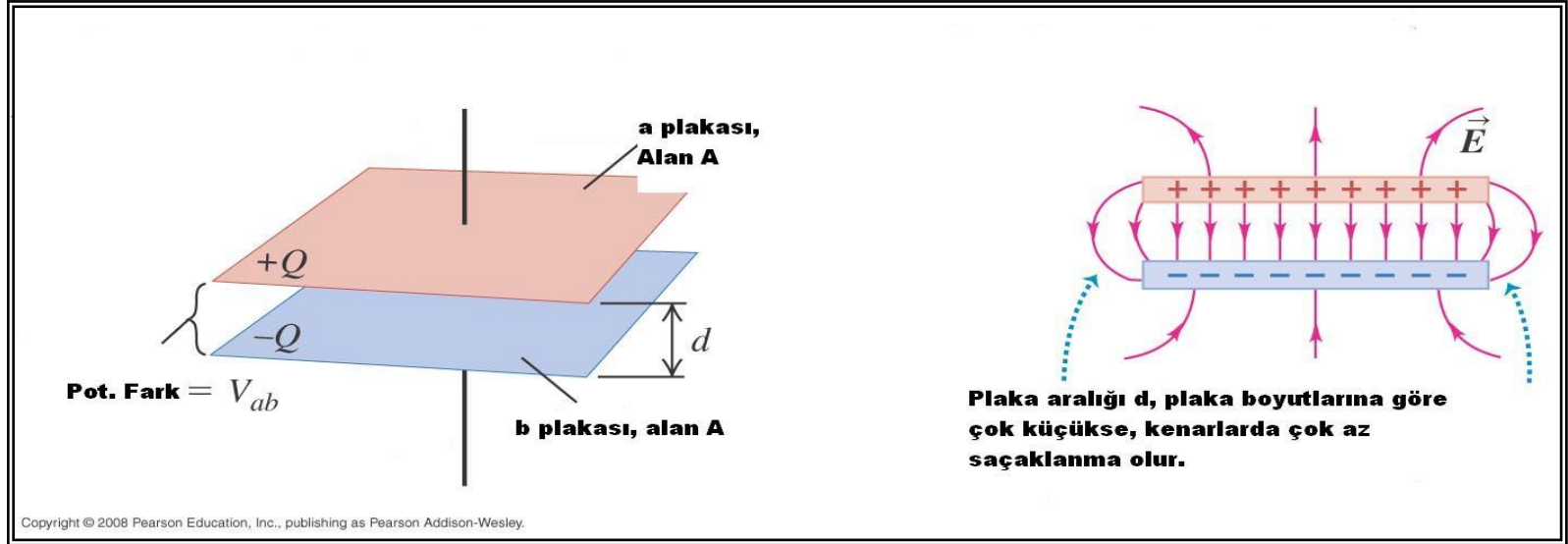
Kondansatörlerin kullanıldığı bazı yerler:

- Radyo alıcılarının frekans ayarlarında
- Güç kaynaklarında filtre olarak
- Otomobil ateşleme sistemlerinde kıvılcımları yok etmede
- Elektronik flaş ünitelerinde
- Bilgisayar klavyelerinde
- Kesintisiz güç kaynaklarında
- Bilgisayar belleklerinde



2. Sığanın Hesaplanması

2. 1. Paralel plakalı kondansatör

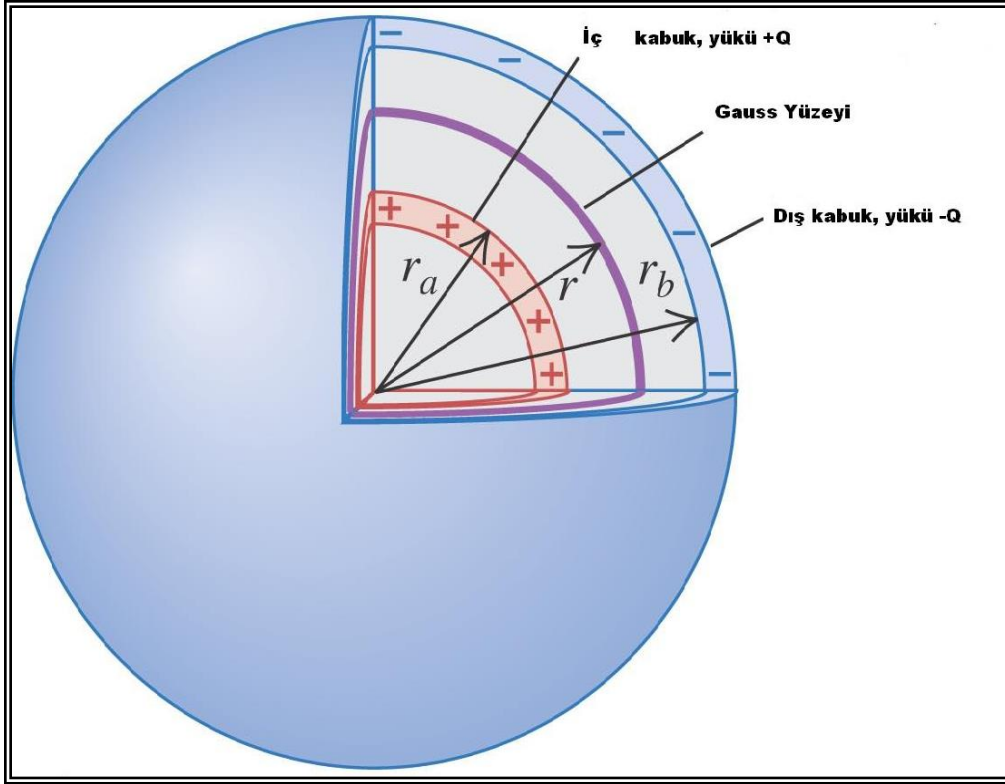


$$C = \frac{Q}{V_{ab}} = \frac{Q}{\frac{Qd}{A\epsilon_0}}$$
$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Paralel plakalı kondansatörün sığası sadece sistemin geometrisine bağlı.

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

2.2. Küresel kondansatör



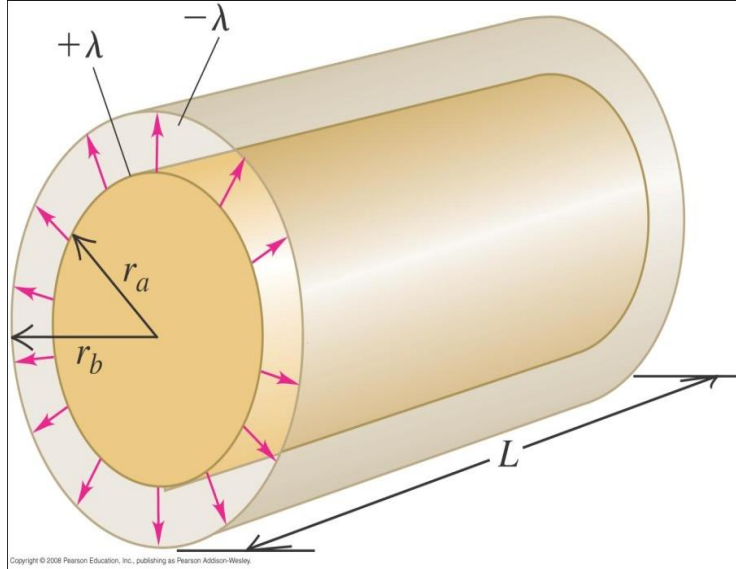
Küresel kabuklar arasında bir Gauss yüzeyi seçilirse elektrik alan $\rightarrow E = kQ/r^2$ ile verilir.

! *Dikkat !!! Burada yazılanla özdeş olarak; derste $V_b - V_a$ potansiyel farkı hesaplanarak, ΔV 'nin mutlak değeri yazılmıştı.*

$$|\Delta V| = V_a - V_b = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{r_b - r_a}{r_a r_b} \right]$$
$$C = \frac{Q}{\Delta V} = 4\pi\epsilon_0 \frac{r_a r_b}{(r_b - r_a)}$$

Küresel kondansatörün sığası sadece sistemin geometrisine bağlı.

2.3. Silindirik kondansatör



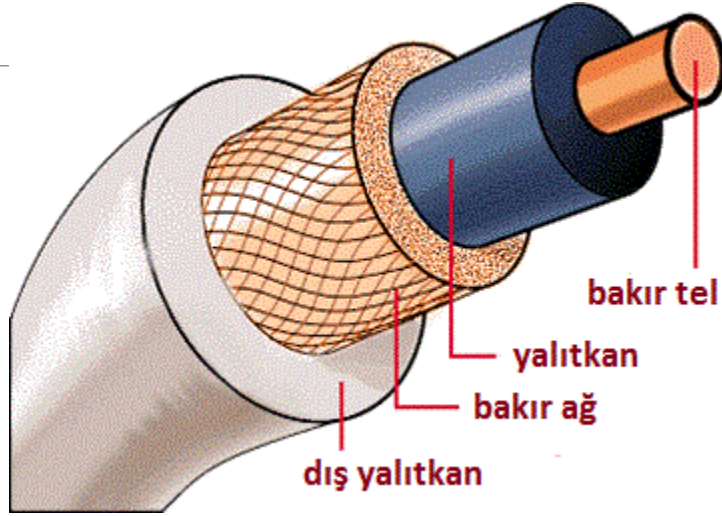
→ Silindirler arasındaki bölgede elektrik alan Gauss Yasasından;

$$E = 2k \frac{\lambda}{r}$$

Silindirik kondansatörün sığası sadece sistemin geometrisine bağlı.

$$|\Delta V| = V_a - V_b = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} [\ln(r_b) - \ln(r_a)]$$
$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{[\ln(r_b) - \ln(r_a)]} = \frac{L}{2k[\ln(r_b) - \ln(r_a)]} = \frac{L}{2k \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)}$$

→ Silindirik kondasatöre bir örnek eşeksenli (koaksiyel) kablodur.

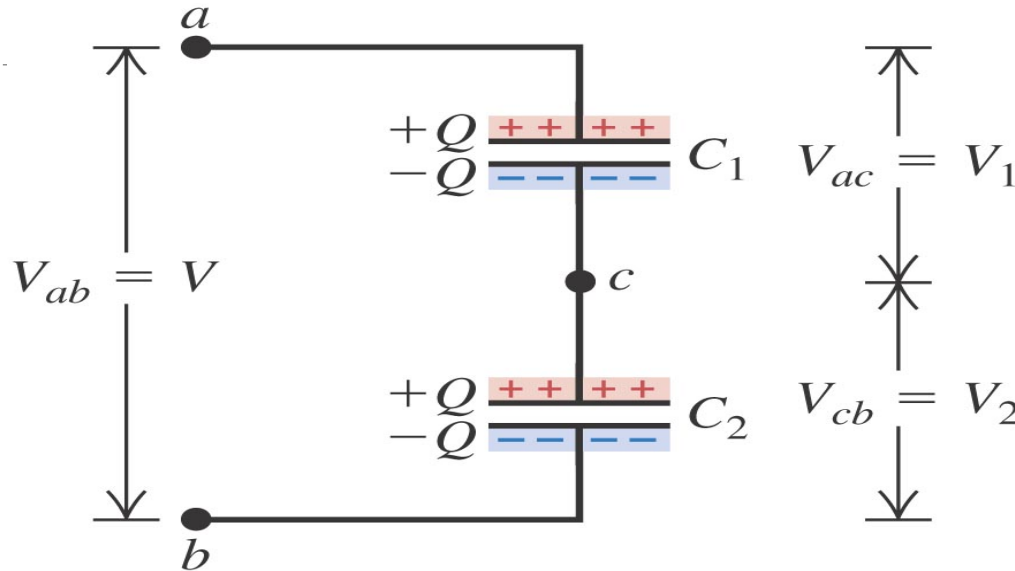


Şekil, [2]' den alınmıştır.

Eşeksenli kablo, ses ve görüntü sistemleri, televizyon vb. sistemlerde veri taşımak için kullanılır.

3. Kondansatörlerin Bağlanması

a) Seri Bağlı Kondansatörler



$$\begin{aligned} Q_1 &= Q = C_1 V_1 \\ Q_2 &= Q = C_2 V_2 \\ &\vdots \end{aligned}$$

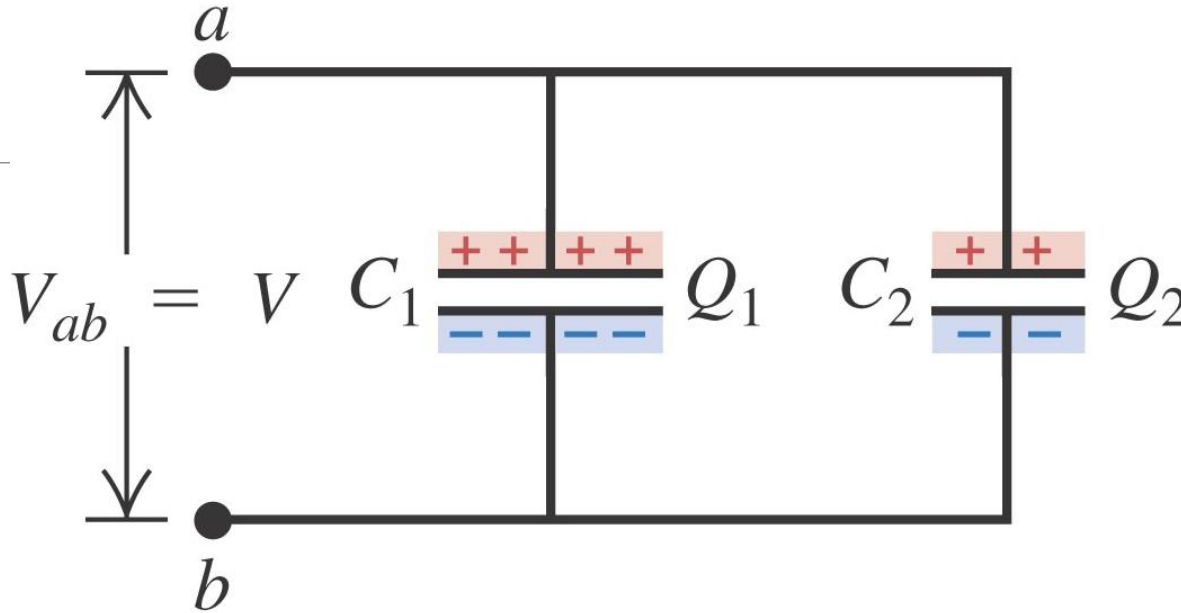
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_{eş}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \\ V &= V_1 + V_2 + \dots \\ Q &= Q_1 = Q_2 = \dots \end{aligned}$$

→ Seri bağlı kondansatörlerin **yükleri eşittir.**

→ Seri bağlı kondansatörlerin eş değer sığası her bir kondansatörün sığasından küçük olur.

b) Paralel Bağlı Kondansatörler



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

$$C_{eş} = C_1 + C_2 + \dots$$

$$V = V_1 = V_2 = \dots$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = \dots$$

$$Q = C_{eş} V$$

→ Paralel bağlı kondansatörlerin her birinin uçları arasındaki **potansiyel fark eşittir** ve devrenin tümüne uygulanan potansiyel farka eşittir.

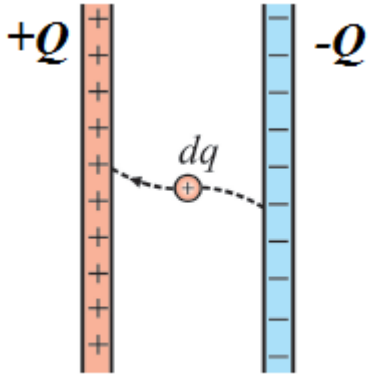
→ Paralel bağlı kondansatörlerin eş değer sığası her bir kondansatörün sığasından büyük olur.

4. Kondansatörde Depolanan Enerji

→ Başlangıçta yüksüz olan paralel plakalı bir kondansatörü ele alalım. Bu kondansatörü bir bataryaya bağladığımızda, kondansatör yüklenir ve maksimum Q yüküne ulaşır. Bataryanın negatif kutbuna bağlı olan plakanın dışındaki telden elektronlar plakaya doğru hareket eder ve bu plaka negatif yüklenmiş olur. Bataryanın pozitif kutbuna bağlı plakadaki elektronlar plakayı terk edip iletken içine girerler ve böylelikle bu plaka da pozitif yüklenmiş olur.

→ Yüklü kondansatörün plakaları arasında bir elektrik alan oluşur ve bu alanda bulunan yüklü bir parçacık hızlanır. Dolayısıyla **yüklü her kondansatörün iş yapabilme kapasitesi yani enerjisi vardır.**

→ Yükleme işleminin herhangi bir anında kondansatör üzerindeki yükün q olduğunu düşünelim. Bir dq yükünü daha yüksek potansiyele götürmek için yapılması gerekli işe bakalım. Burada V potansiyel farkı göstermek üzere;



Şekil [1]' den alınmıştır.

$$dW = dq V = dq \frac{q}{C}$$

! Elektrik alana
zıt yönde
gidiliyor...!

$$W = \int dW$$

$$U = \frac{1}{2C} Q^2, \quad U = \frac{1}{2} CV^2, \quad U = \frac{1}{2} QV$$

→ Kondansatörü yüklerken bir plakadan diğerine elektron aktarımı olur. Bu işlem **plakalar arasındaki elektrik alana karşı bir iş yapılmasını gerektirir**. Bu nedenle, enerjinin, bu elektrik alanda depolandığını düşünebiliriz.

→ Elektrik alanın bir enerji deposu olduğu fikri elektromanyetik dalga kuramının temelini oluşturur.

u : enerji yoğunluğu

(birim hacimdeki elektriksel potansiyel enerji)

$$u \equiv \frac{U}{V} \rightarrow \text{Hacim}$$

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

Kaynaklar

1. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> ("Üniversiteler için Fizik", B. Karaođlu, Seękin Yayıncılık, 2012).
2. <http://www.phy.davidson.edu/stuhome/phstewart/IL/speed/cableinfo.html>
3. Dięer tüm Őekiller ; "*Üniversite Fizięi Cilt-I* ", H.D. Young ve R.A. Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara