

# ***FİZ102      FİZİK-II***

***Ankara Üniversitesi  
Fen Fakültesi Fizik Bölümü  
12. Hafta***

***Aysuhan OZANSOY***

## Bölüm 10: Faraday Yasası

1. İndüksiyon (Etkileme) Deneyleri
2. Faraday Yasası
3. Lenz Kuralı
4. Elektromanyetik Dalgalar

# 1. İndüksiyon (Etkileme) Deneyleri

- Günlük hayatta kullandığımız bütün teknolojik aletlerde (çamaşır makinasından alarmlara kadar) hepsinde elektrik devreleri yer almaktadır.
- Elektrik devrelerinde elektrik akımının sürekliliğini sağlamak için **emk** ya ihtiyaç olduğunu daha önce görmüştük.
- Tüm teknolojik cihazlar için **elektrik üretim santralleri** olarak bilinen emk kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Bu santraller farklı enerji türlerini kullanarak elektrik enerjisi üretirler. Bu farklı enerji türlerine örnekler; su barajlarında yerçekimi potansiyel enerjisi, termik santrallerde kimyasal enerji (yanma enerjisi) ve nükleer santrallerde nükleer enerjidir.

**→ Peki, böyle bir enerji dönüşümü nasıl sağlanır?**

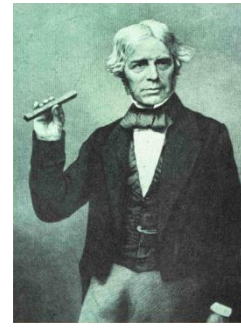
**Cevap:** Elektromanyetik indüksiyon (etkileme) olayıdır. Elektromanyetik indüksiyon, elektrik gücü üretimdeki belirleyici rolü nedeniyle günümüz teknolojisinin temelini oluşturur.

→ İngiliz kimyacı ve fizikçi **Michael Faraday**(1791-1867) ve ABD' li **Joseph Henry** (1797-1878) manyetik indüksiyonla ilgili ilk deneyleri yapmışlardır.

*Şekil Kaynak [1]' den alınmıştır.*

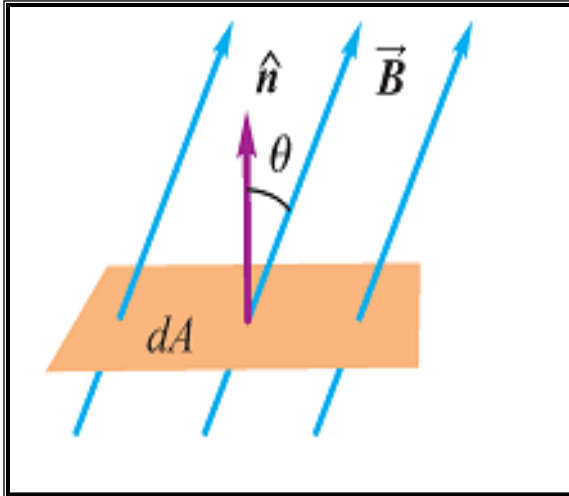


## 2. Faraday Yasası



**Michael Faraday**  
**(1791-1867)**

- Elektromanyetik indüksiyon ilkesinin odağı ve bu bölümün ana konusu Faraday Yasası 'dır.
- İndüksiyon ile ilgili incelediğimiz olayların tümünde ortak kavram, *bir devreden geçen manyetik akının değişimidir.*



**Manyetik akı:** Bir yüzeyi dik olarak kesen manyetik alan çizgisi sayısı ile ilgili bir niceliktir. Manyetik akının SI birimi Weber (Wb)' dir.

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B \cos \theta dA$$

(Bir yüzeyden geçen manyetik akı).

**Faraday'ın İndüksiyon Yasası:** İletken çerçeveye çevrelenmiş bir yüzeyden geçen manyetik akının zamanla değişimi, bu çerçevede bir indüksiyon emk' sı oluşturur. Bu emk, devreden geçen manyetik akının zamanla değişiminin negatifine eşittir.

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

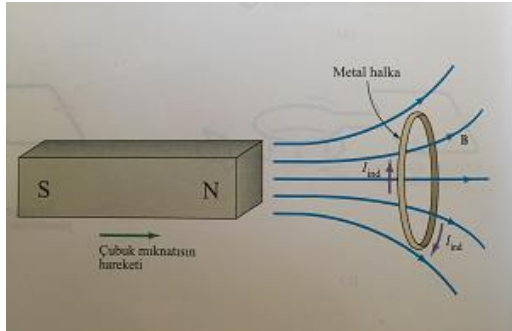
→ Manyetik akıdaki değişimi göz önüne aldığımızda;

- B manyetik alan değişebilir.
- Yüzey alanı A değişebilir.
- Yüzeyle manyetik alan arasındaki açı değişebilir.
- Yukarıda sıralanan bu üç değişimden birkaçı birlikte değişebilir.

→ Bu denklemdeki (-) işareti **Lenz Kuralı** ile açıklanır.

### 3. Lenz Kuralı

- Faraday yasası indüklenmiş emk ve manyetik akının zıt işaretlere sahip olduğunu gösterir. Bu (-) işareti şu anlama gelir: Manyetik akıda herhangi bir değişiklik ile üretilen indüklenmiş emk, kendisini üreten manyetik akı değişimine karşı koyacak şekilde bir manyetik akı oluşturacak akımın yönündedir.
- **Lenz Kuralı:** *İndüksiyon akımının yönü kendisini oluşturan etkiye karşı koyacak yönde oluşur*



*Şekil Kaynak [3]' ten alınmıştır.*

**Örnek:** Bir çubuk mıknatısın kuzey kutbu sabit bir metal halkaya doğru itilmektedir. Bu halkada oluşan indüksiyon akımının yönünü Lenz Yasası' na göre bulunuz.

Mıknatıs halkaya yaklaştıkça, halka yakınında manyetik alan çizgileri yoğunlaşır. Manyetik akı artar. Manyetik alandaki değişim sağa doğrudur. İndüksiyon akımı bu akı değişimine karşı koyacak yönde oluşur. Bu durumda  $B_{ind}$  sola doğru oluşur. Sağ el kuralına göre, bu alanı üretecek olan indüksiyon akımı mıknatısın kuzey kutbuna doğru bakan bir gözlemci için saatin ilerleme yönündedir. (Sağ elin baş parmağı  $B_{ind}$  yönünde iken kıvrılan 4 parmak  $I_{ind}$ ' in yönünü verir).

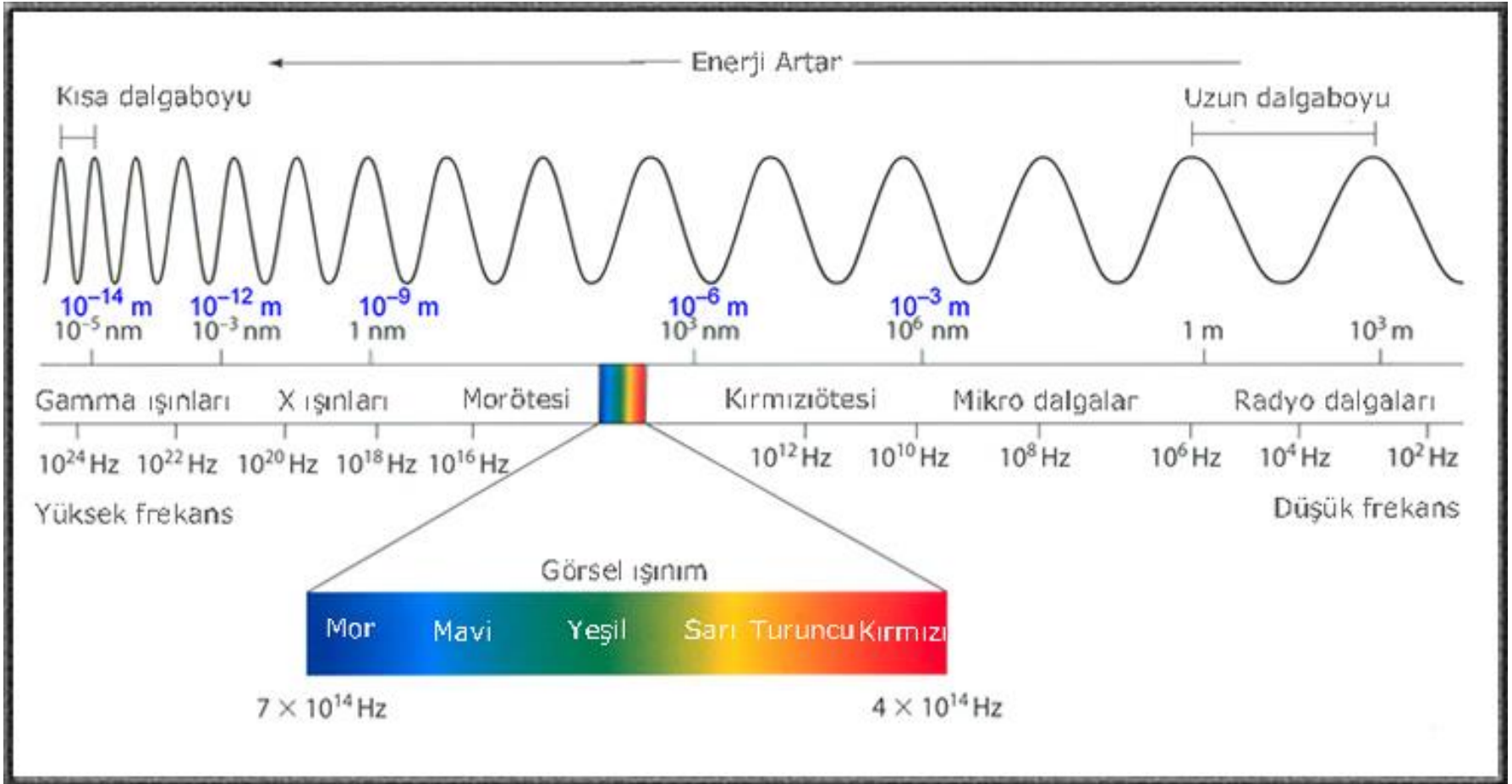
## 5. Elektromanyetik Dalgalar

→ Elektromanyetik indüksiyon, zamana bağılı olarak değişen bir manyetik alanın bir elektrik alan kaynağı olduğunu gösterir. Ayrıca zamana bağılı olarak değişen bir elektrik alan da bir manyetik alan kaynağı gibi davranır.

→ "Böylelikle elektrik ya da manyetik alandan bir tanesi değişmeye başlayınca, etrafını etkiler ve bir tür etkileme alanı yaratır. Bu olguları birleştiren Maxwell, bir bölgede zamanla değişen elektrik ve manyetik alanlar nedeniyle elektromanyetik bozulmanın uzayda bir bölgeden diğerine ilerleyebilmesinin mümkün olduğunu fikrini öne sürdü" (Bknz. Kaynak[1]). → **Dalga özelliği** → **Elektromanyetik dalga**



# Elektromanyetik spektrum:



•Elektrik + manyetizma→Elektromanyetizma

•Elektromanyetik kuramın kurucusu

İskoç bilim adamı **James Clerk Maxwell(1831-1879)**



•Maxwell, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu görüşünü benimsedi. Elektrik ve manyetizmanın temel kanunları **Maxwell denklemleri** olarak bilinen bir dizi diferansiyel denklemdir.

### Maxwell denklemleri

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{ic}}{\epsilon_0}$$

*Gauss Kanunu*

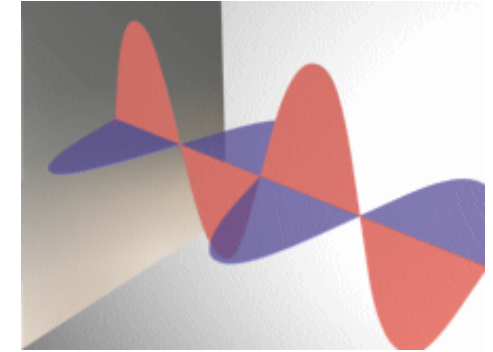
*İntegral formda  
Maxwell denklemleri*

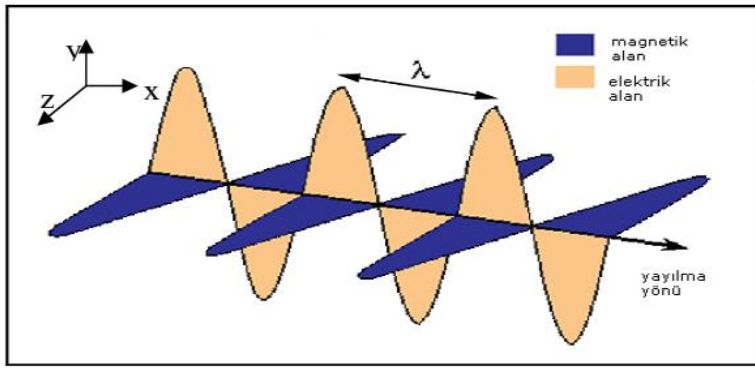
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}$$

*Faraday Kanunu*

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad \text{Manyetik monopol yoktur}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left( I_{ic} + \epsilon_0 \frac{\partial \Phi_E}{\partial t} \right) \quad \text{Ampere - Maxwell Kanunu}$$





Yayıma doğrultusuna dik olarak titreşen dalgalar enine dalgalardır.

Işık, bir elektromanyetik dalgadır. Elektromanyetik dalgalar maddesel ortamlarda olduğu gibi boşlukta da yayılabilirler. Elektromanyetik dalgaların özellikleri şu şekilde özetlenebilir.

- i. Elektromanyetik dalgalar enine dalgalar ve boşlukta ışık hızı ( $c$ ) ile ilerlerler.
- ii. Belli bir ortamda ilerleyen elektromanyetik dalgaın ilerleme hızı,  $n$  ortamın kırılma indisi olmak üzere,  $v=c/n$  şeklindedir.
- iii. Elektromanyetik dalgaların, elektrik ve manyetik alanları birbirlerine ve yayılma doğrultusuna dik olarak titreşirler.
- iv. Boşlukta ilerleyen elektromanyetik dalgaların frekansı ve dalga boyu arasında,  $c=\lambda \cdot f$  bağıntısı geçerlidir.
- v. Elektromanyetik dalgaların elektrik ve manyetik alanları aynı fazda salınım yaparlar.
- vi. Boşlukta ilerleyen elektromanyetik dalgaların genlikleri arasında  $E=cB$  bağıntısı vardır.
- vii. Elektromanyetik dalgalar üst üste binme ilkesine uyarlar.

## Kaynaklar

1. Üniversite Fiziği, Young & Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık, 2010.
2. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> ("Üniversiteler için Fizik", B. Karaođlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
3. Temel Fizik, Cilt-2, Fishbane&Gasiorowicz&Thornton, Arkadaş Yayınları.