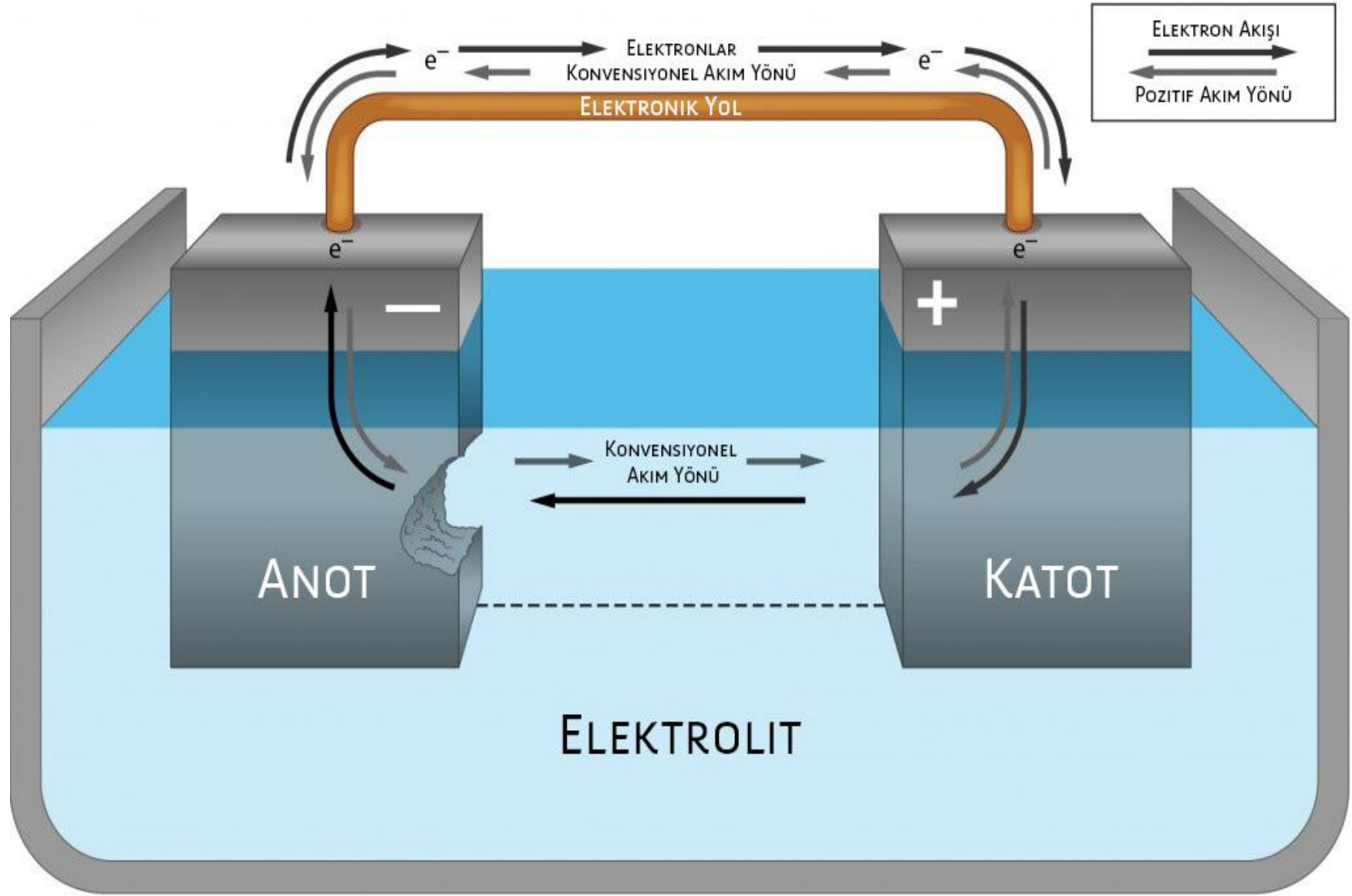




# ELEKTRO METALÜRJİ

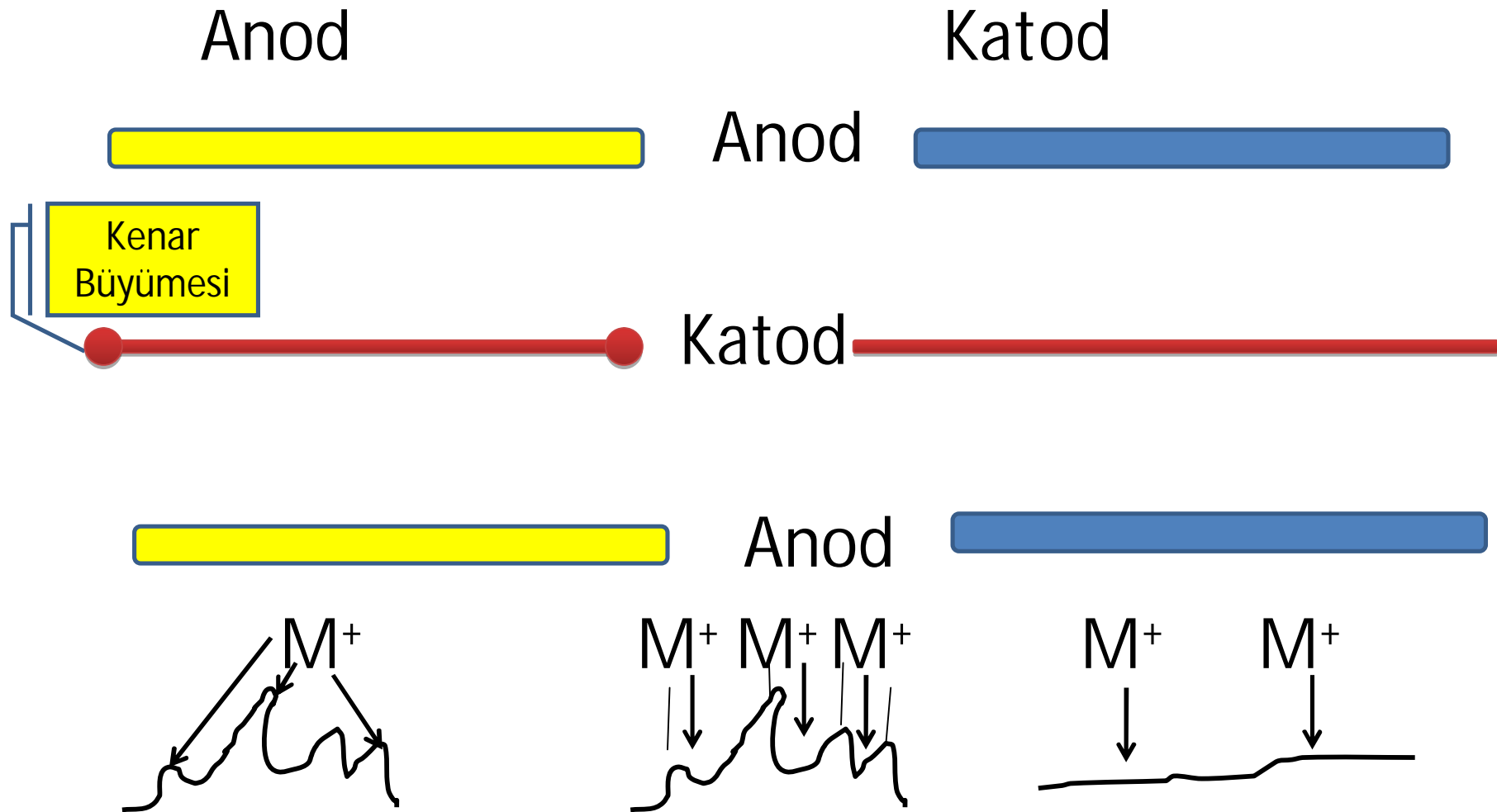
2016-2017 BAHAR



# ANOT – KATOT – HÜCRE - ELEKTROLİT



# Anot ve Katodun Enine Kesitleri



# Hücrede Akım Dağılımı

Molarite =  $M = \frac{\text{Çözünen Maddenin Mol Sayısı}}{\text{Çözeltinin Hacmi}}$

$\text{Çözünen Maddenin Mol Sayısı} = n_2 = \frac{\text{Çözünen madde miktarı (g)}}{\text{Çözünen maddenin mol kütlesi (g/mol)}}$

$\text{Çözünen maddenin mol kütlesi (g/mol)} = \frac{g_2}{m_2}$

Örnek 1:

$M = 0,2$  Olan 250 ml NaOH çözeltisi hazırlamak için gerekli NaOH miktarının bulunması. Mol sayısı  $M = \frac{n_2}{V} = 0,2(M) \cdot 0,250(\text{lt}) = 0,05$  mol ve NaOH in kütlesi  $g_2 = n_2 \cdot M_2 = 0,05 (\text{mol}) \cdot 40 (\text{g/mol}) = 2 \text{ g}$   $M_{\text{NaOH}} = (\text{Na}=23, \text{O}=16, \text{H}=1) = 40 \text{ g/mol}$

Örnek 2:

0,1 M,  $V=250$  ml ve  $\text{CaSO}_4$  çözeltisinin hazırlanması;  $M = \frac{n_2}{V}$  olup buradan,  $n_2 = M V = 0,1 \cdot 0,250 = 0,025$  mol  $\text{CaSO}_4$  ün miktarı =  $n_2 \cdot M_2 = 0,025 \cdot (40+32+4 \cdot 16) = 3,4$  g olup,  $V= 500$  ml için 6,8 g bulunur.

Örnek 3:  $M=0,5$ ,  $V= 250$  ml olduğuna göre  $\text{CuSO}_4$  ve  $\text{ZnSO}_4$  maddelerinden ne kadar alınmalıdır?

$$m_{\text{CuSO}_4} = 0,5 \cdot 0,25 \cdot 160 = 20 \text{ g}$$

$$m_{\text{ZnSO}_4} = 0,5 \cdot 0,25 \cdot 161 = 20,125 \text{ g}$$

Örnek 4: Molaritesi  $M=1$  olan çözeltiden 250 ml çözelti nasıl hazırlanır ?

$$N_2 = m_2 \cdot V_2 = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ mol, buradan } V_1 = n_2 / m_1 \\ = 0,05(\text{mol}) / 1(\text{mol/l}) = 0,05 \text{ lt} = 50 \text{ ml}$$

Örnek 5: 100 ml hacim ve 0,5 M NaOH çözeltisi ile 200 ml hacim ve 0,2 NaOH çözeltisinin karıştırılması ile derişim ne olur ?

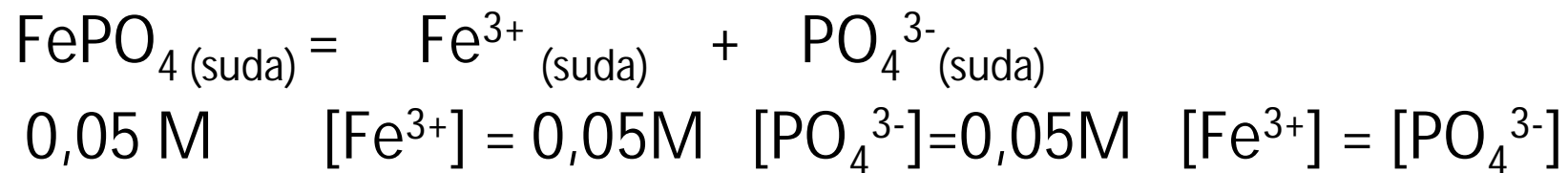
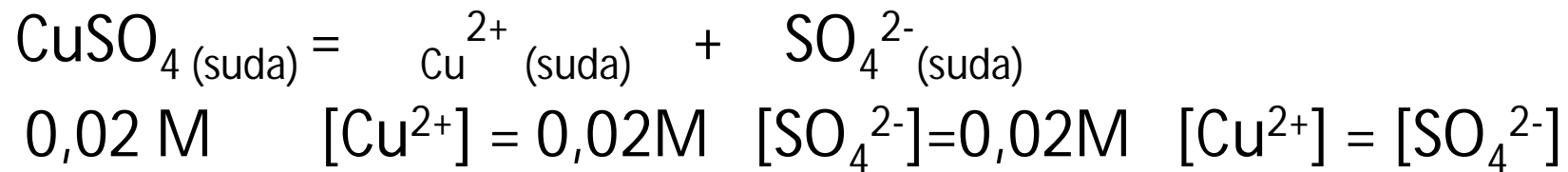
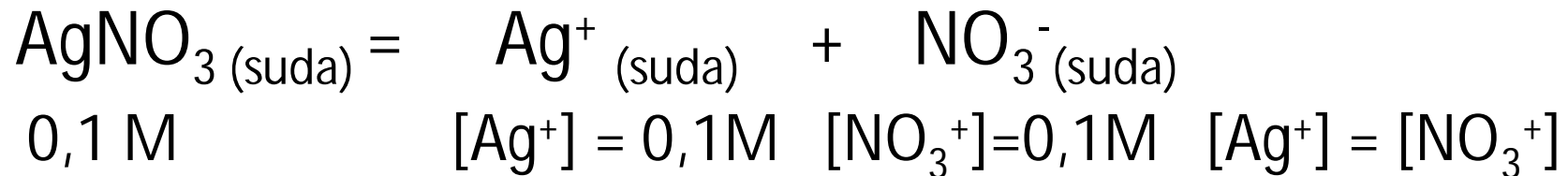
$$M_1 V_1 + m_2 V_2 = M_3 V_3 \quad m_3 = 0,5 \cdot 100 + 0,2 \cdot 200 / 300 = 0,3 \text{ M}$$

# İYONLARIN DERİŞİMİ

İyonik yapıdaki bir madde çözücü içinde çözüldüğü zaman iyonlarına ayrışır. Çözünen maddenin molekül yapısına bağlı olarak anyon ve katyonların sayısı birbirinden farklı ya da aynı olabilir. İyonların derişimi [ ] şeklinde gösterilmektedir.

1- Katyon ve Anyonu eşit değerkli olan iyonlardan oluşmuş bileşiklerin çözeltilerindeki iyonların derişiminin bulunması.

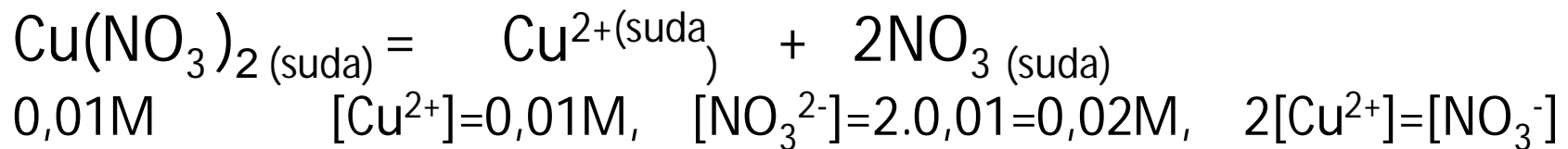
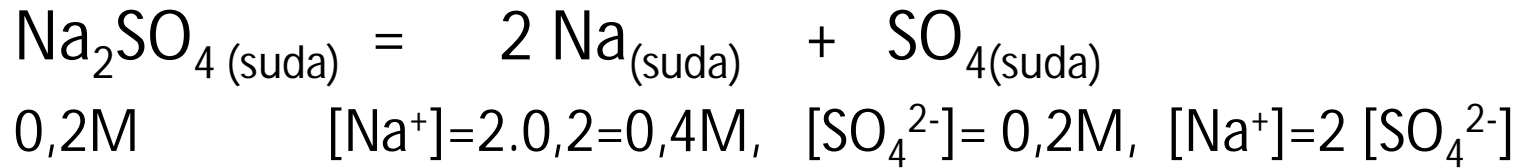
0,1M AgNO<sub>3</sub>, 0,02M CuSO<sub>4</sub>, 0,005M FePO<sub>4</sub>  
çözeltilerindeki katyon ve anyonların gösterilmesi:



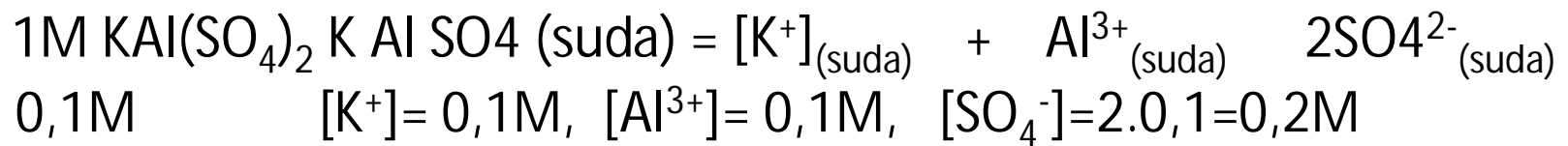


2- Katyon ve Anyonu farklı değerlikli olan iyonlardan oluşmuş bileşiklerin çözeltilerindeki iyonların derişiminin bulunması.

0,2M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,01M Cu(NO<sub>3</sub>), 0,005AlCl<sub>3</sub>, çözeltilerindeki anyon ve katyonların derişimlerinin belirlenmesi:

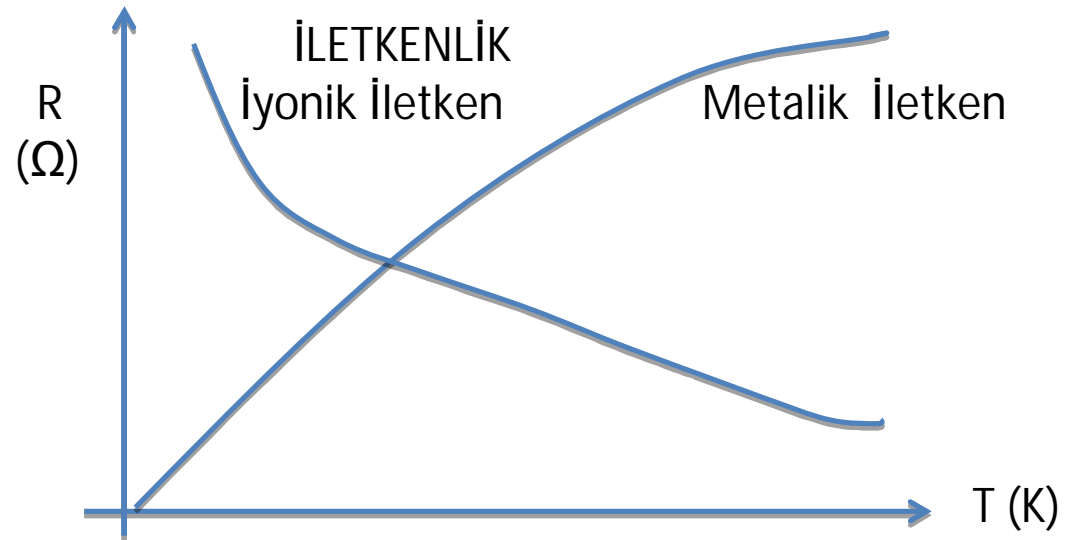


3-Birden fazla katyondan oluşan çözeltilerde iyon derişiminin bulunması.



Madde	Derişim	Derişim Sayısı	Anyon Sayısı	[Katyon]	[Anyon]
AgNO <sub>3</sub>	0,1M	1	1	0,1M	0,1M
Al Cl <sub>3</sub>	0,05M	1	3	0,005M	3.0,005=0,015M
K <sub>3</sub> [Fe(CN)] <sub>6</sub>	0,1M	3K <sup>+</sup> , 1Fe <sup>3+</sup>	6CN <sup>-</sup>	[K <sup>+</sup> ]=3.0,1=0,3 [Fe <sup>3+</sup> ]=0,1	[CN] <sup>-1</sup> =6.0,1=0,6M

$$R = \rho \cdot l / A$$

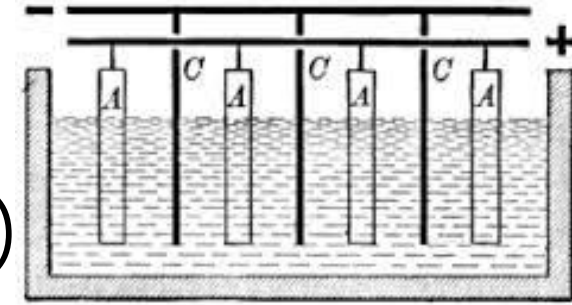


# ELEKTROKİMYASAL PİLLER

1-GALVANİK PİLLER: Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirirler.

ANOD: oksitlenme Reaksiyonu (-)

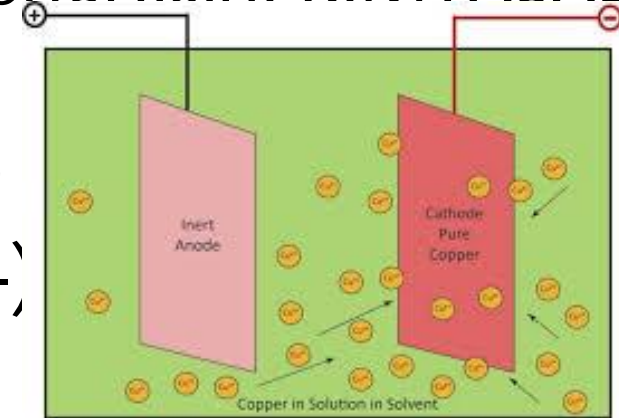
KATOD: indirgeme Reaksiyonu (+)



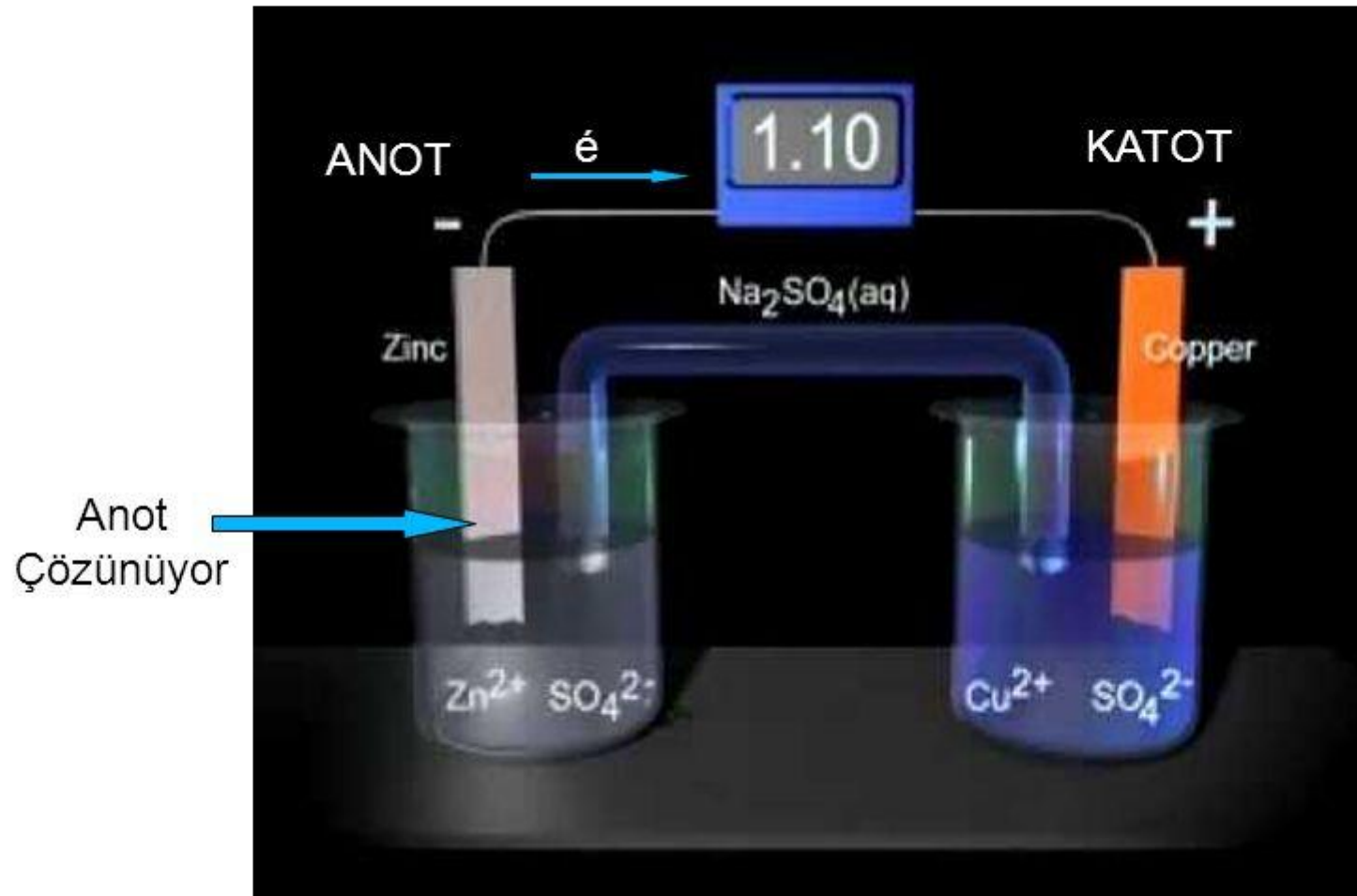
2-ELEKTROLİTİK PİLLER: elektrik enerjisini KİMYASAL ENERJİYE çevirirler.

ANOD: indirgeme Reaksiyonu (+)

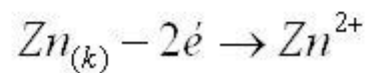
KATOD: Oksitleme Reaksiyonu (-)



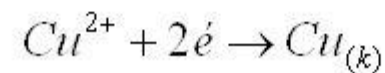
# Elektrokimyasal Pil (Volta pili)



$$E_{Zn}^0 : +0,76V$$



$$E_{Cu}^0 : +0,34V$$



# ÇÖZÜNME - YÜKSELTGENME - İNDİRGEME

## ÇÖZÜNME:

Bir metalin çözünmesi yükseltgenmedir, Metal ne kadar kolay çözünürse okadar aktiftir. Tuz çözeltisinde ise çözünen metal aktiftir, çözünmeyen metal pasiftir.

## ANOT:

Yükseltgenmenin olduğu yer. Yükseltgenme olayı aktif olan elektrotta gerçekleşir.  $Zn = Zn^{+} + 2e^{-}$  için potansiyel + 0,76 Volur ve Zn elektrodun kütlesi azalır, Zn derişimi artar.

## KATOT:

İndirgemenin olduğu yer olup  $Ag^{+} + 2e^{-} = Ag$  için potansiyel + 0,8 V olup, Ag elektrodun kütlesi artarken  $Ag^{-}$  iyonları azalır.

$\text{Zn} = \text{Zn}^+ + 2\text{e}^-$  için potansiyel farkı + 0,76 V

$\text{Ag} = \text{Ag}^+ + 2\text{e}^-$  -0,8 V

$\text{H}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$  0,0 V

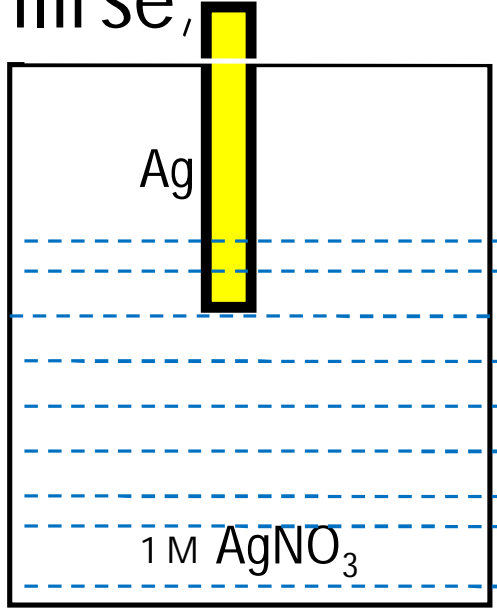
$\text{Cu} = \text{Cu}^+ + 2\text{e}^-$  -0,34 V

Yükseltgenme potansiyeli büyük olandan daha aktiftir.

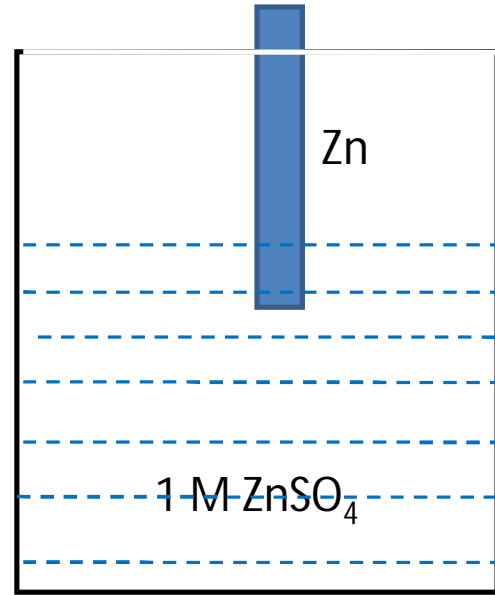
Yükseltgenme potansiyeli pozitif olanlar hidrojenden daha aktif olduğundan asitlerle  $\text{H}_2$  açığa çıkarırlar.

Yükseltgenme potansiyeli (-) olanlar hidrojenden pasif olduklarından bu metaller asitlerle  $\text{H}_2$  açığa çıkarmazlar.

Molaritesi 1 olan gümüşnitrat çözeltisine Ag metalini ve çikosülfat çözeltisine Zn metalini temas ettirilirse;



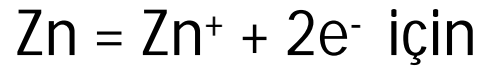
- 0,8 V



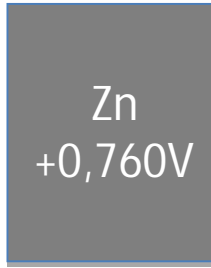
+ 0,76 V

Potansiyel oluşur

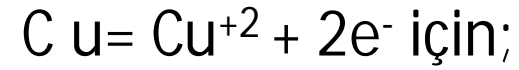
ANOT:



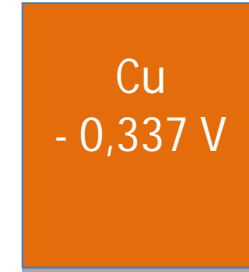
$$E^{\circ}_{\text{Zn}} = 0,79 \text{ V}$$



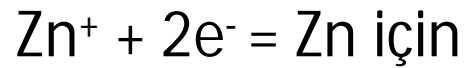
ANOT:



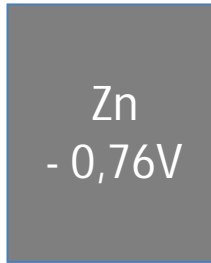
$$E^{\circ}_{\text{A}} = -0,337 \text{ V}$$



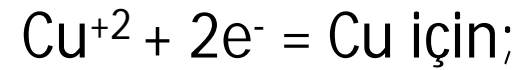
KATOT:



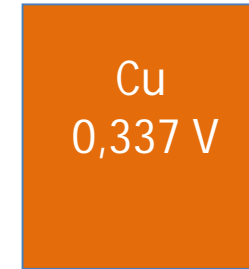
$$E^{\circ}_{\text{Zn}} = - 0,79 \text{ V}$$



KATOT



$$E^{\circ}_{\text{K}} = 0,337 \text{ V}$$

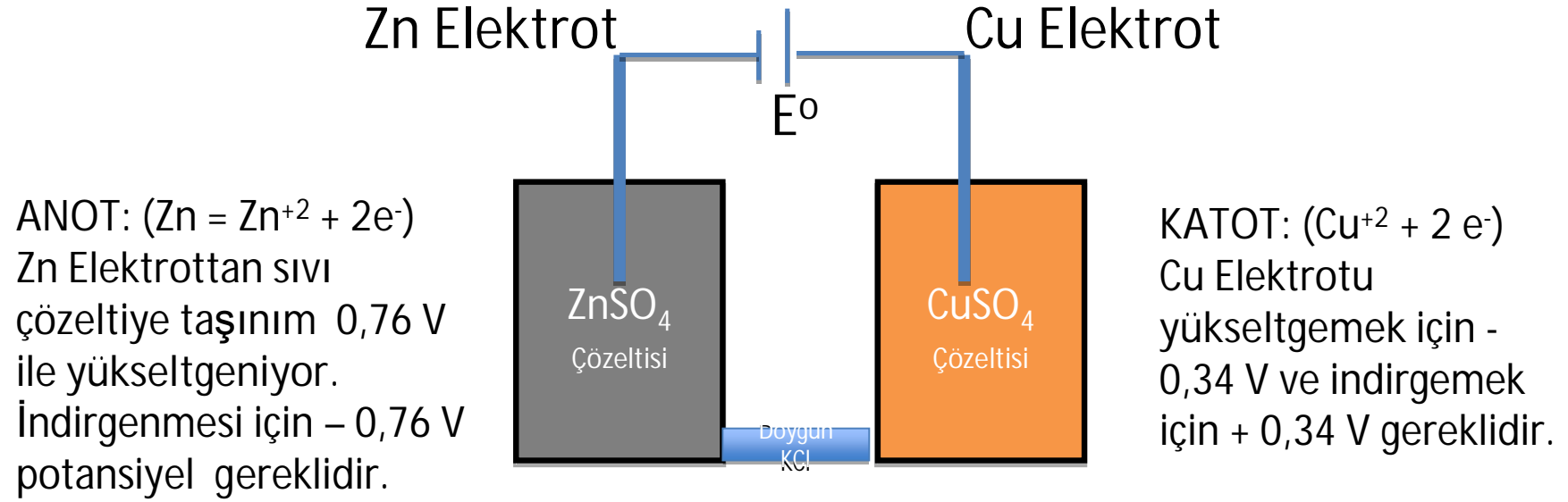


Zn ile Cu Metallerin Teması:



Hidrojen potansiyeline göre  $E^{\circ}_{\text{Cu}} = - 0,337 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Zn}} = + 0,760 \text{ V}$  olduğu için;  $E^{\circ} =$  Redükleme standart potansiyeli büyük olan Zn(+ 0,79 V) , potansiyeli küçük olan Cu' u (- 0,337 V) indirger, Zn Kütle kaybedecek, Cu kütlesi artacaktır.





Hücreler doymuş KCl çözeltisiyle temas ettirilip Cu ve Zn metalleri bir voltmetreye bağlandığında  $E^0$  potansiyeli meydana gelecektir. Katotta indirgeme için;

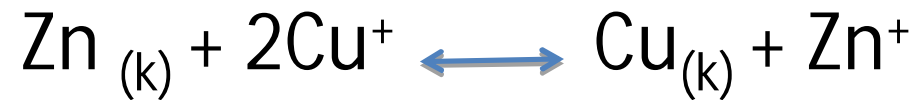
$$E^0_{Pil} = E^0_K + E_A = + 0,34 + 0,76 = 1,10 V$$

Anotta yükseltgenme için;

$$E^0 = E^0_K - E^0_A = 0,34 - (-0,76) = 1,10 V \text{ olur.}$$

# PİLİN ELEKTRO MOTOR KUVVETİ (EMK)

- ✧ Pili oluşturan elektrotların potansiyelleri arasındaki fark EMK'yi verir. Pilin kullanılması sırasında bu potansiyel düşer.
- ✧ Eğer anot kabına su ve/veya katot kabına asit ilave edilirse reaksiyon sağa gider.
- ✧ Eğer anoda asit ilave edilirse reaksiyon sola gider.



- ✧ Eğer pil potansiyeli + ise pil kendiliğinden çalışır.

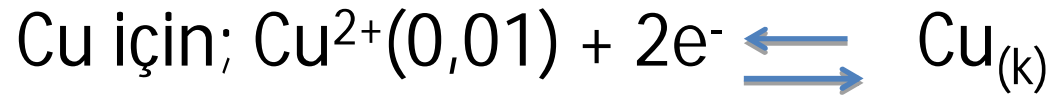
# ELEKTROD POTANSİYELİNDEN PİLİN EMK HESABI

$E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,334 \text{ V}$ ,  $E^{\circ}_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,763 \text{ V}$   
verildiğine göre  $E^{\circ}_{\text{Pil}}$  değerini hesaplanması:



$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E^{\circ}_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} + \frac{RT}{2F} \ln[\text{Zn}^{2+}]$$

$$\begin{aligned} E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} &= -0,763 + 8,3144 \cdot 298 / 2 \cdot 96487 [\ln 0,03] \\ &= -0,808 \text{ V indirgeme için} + 0,808 \text{ V} \end{aligned}$$



$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} + RT/2F \ln[\text{Cu}^{2+}]$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = 0,334 + 8,3144 \cdot 298 / 2 \cdot 96487 [\ln 0,01]$$

$$= 0,225 \text{ V indirgeme potansiyeli için } - 0,225 \text{ V}$$

$$E_{\text{pil}} = E_{\text{katot}} - E_{\text{Anot}} = 0,275 - (-0,808) = 1,083 \text{ V}$$

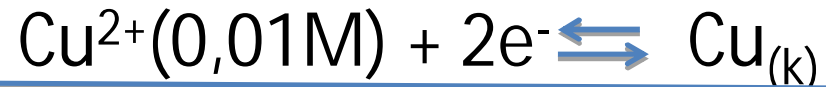
$$E_{\text{pil}} = E_{\text{katot}} + E_{\text{Anot}} = 0,275 + 0,808 = 1,083 \text{ V}$$

Örnek:

$E_{\text{pil}}^{\circ} = 1,097 \text{ V}$  olduğuna göre,

298 K Sıcaklıkta  $-\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} (0,03\text{M}) \parallel \text{Cu}^{2+} (0,01\text{M}) \mid \text{Cu} +$

Pilinin EMK değerini hesabı:

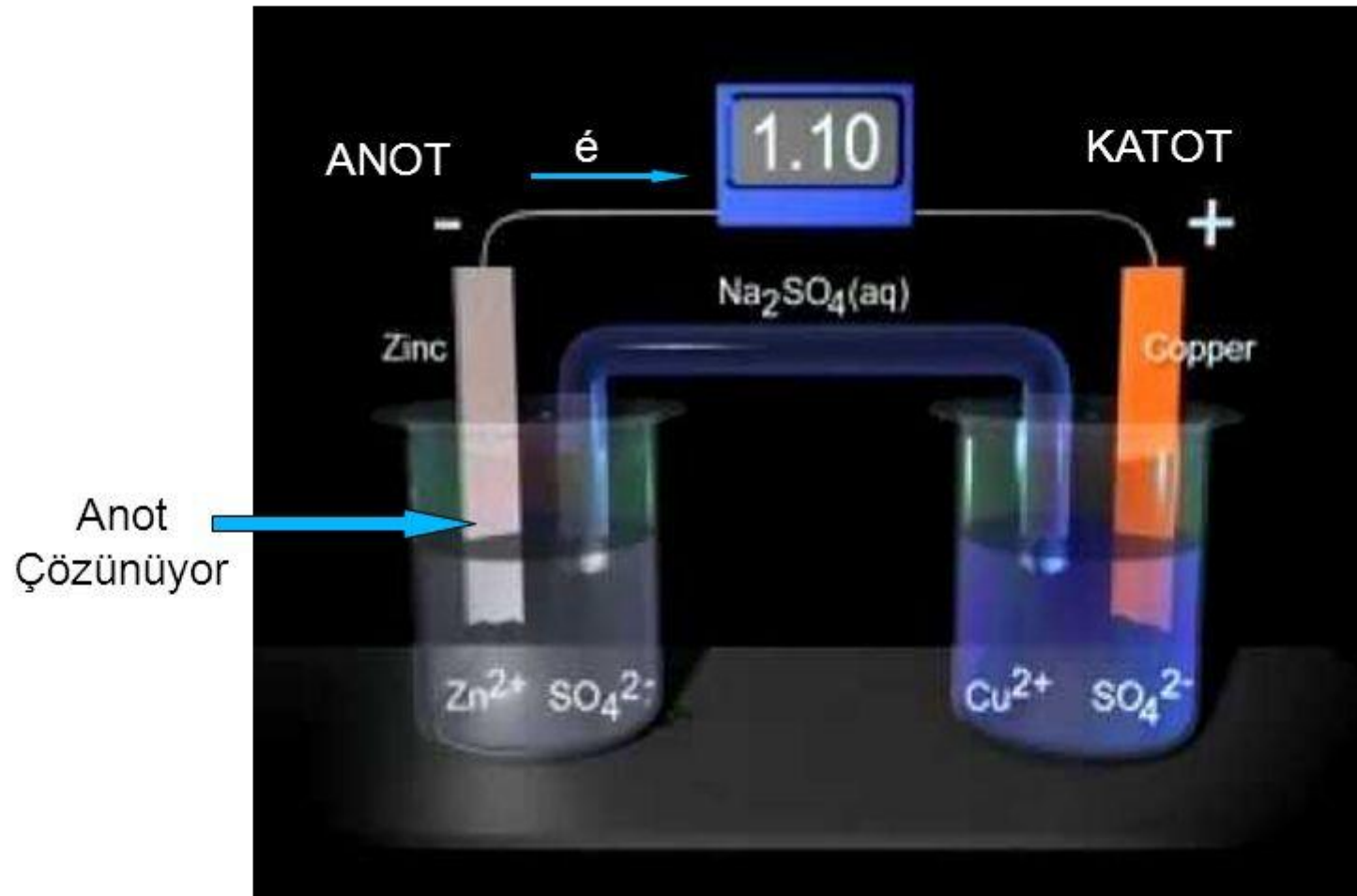


$$E_{\text{pil}} = E_{\text{pil}}^{\circ} - \frac{RT}{2F} \ln[\text{Zn}^{2+}/\text{Cu}^{2+}], \quad [\text{Zn}^{2+}] = [\text{Cu}^{2+}] = 1$$

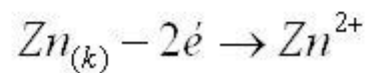
$$E_{\text{pil}} = 1,097 - 8,3144 \cdot 298 / 2 \cdot 96487 \ln[0,03/0,01]$$

$$E_{\text{pil}} = 1,083 \text{ V}$$

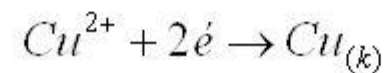
# Elektrokimyasal Pil (Volta pili)



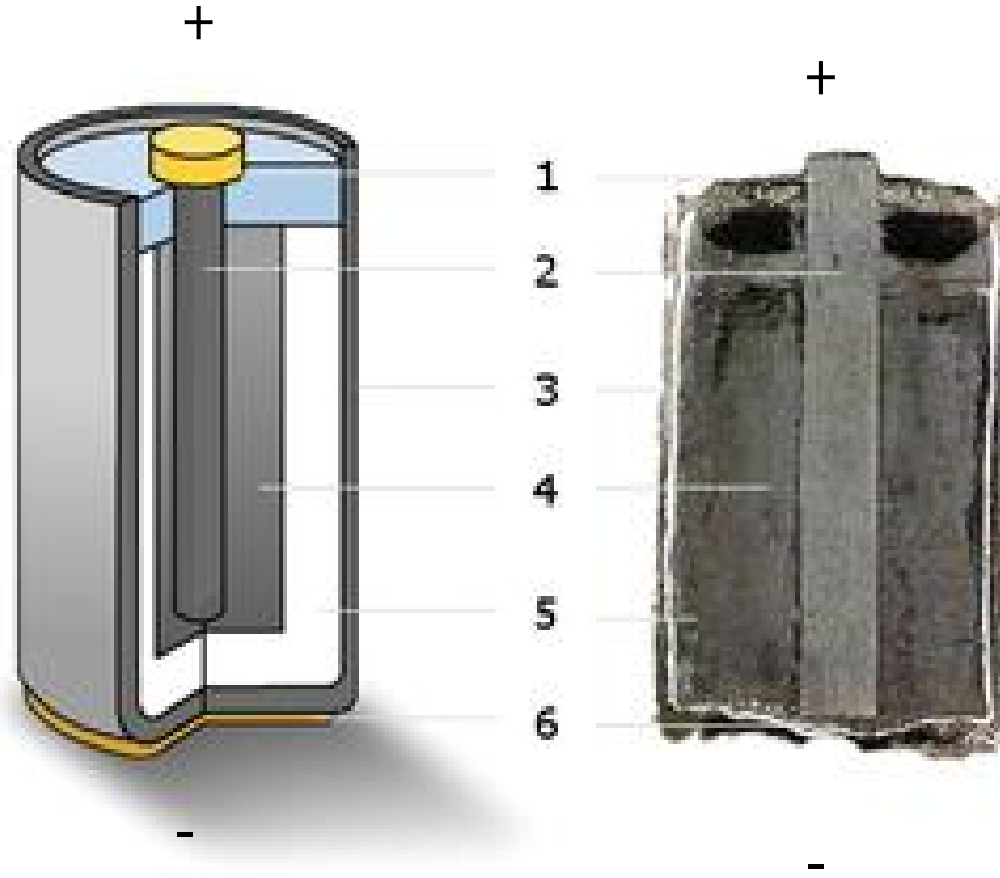
$$E_{Zn}^0 : +0,76V$$



$$E_{Cu}^0 : +0,34V$$

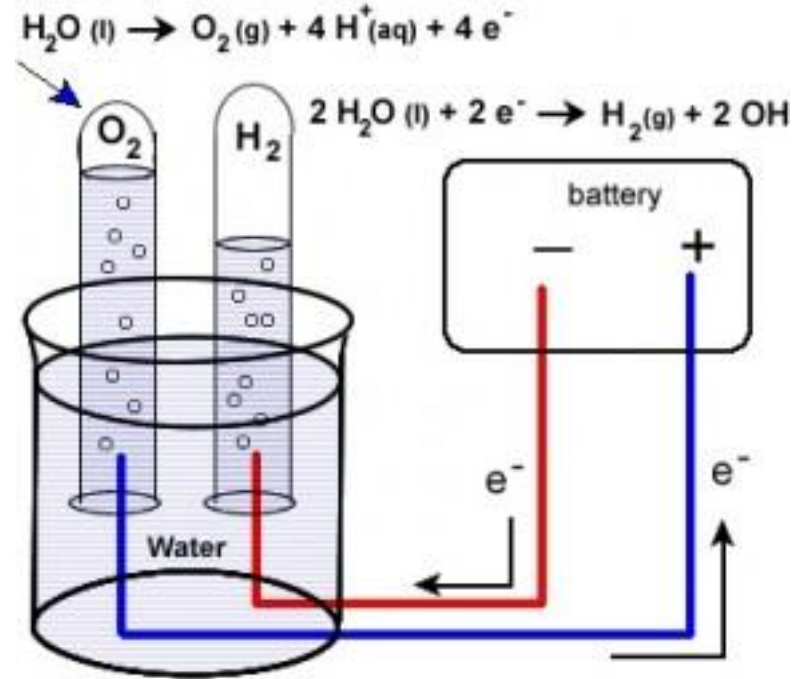


# KURU ÇİNKO- KARBON PİL



# ELEKTROLİZ

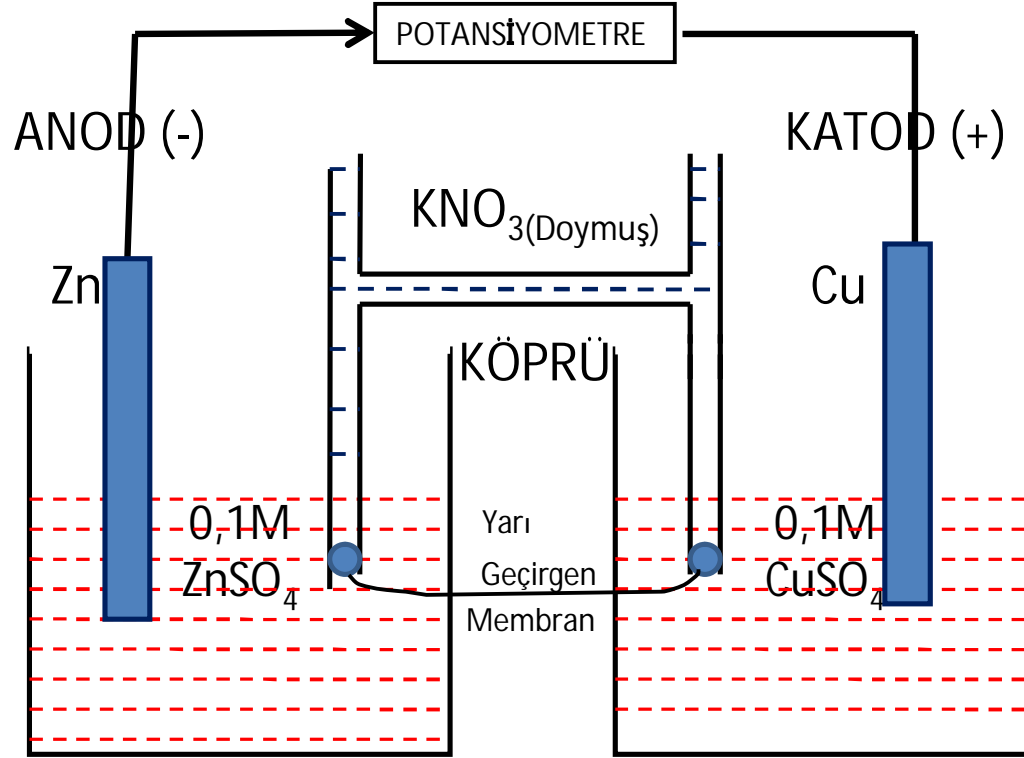
- ✧ Pil sistemlerinde voltmetre yerine yerine üreteç bağlanarak dışarıdan en az pil potansiyeli kadar akım uygulanırsa pilde gerçekleşen olayların tam tersi olur.
- ✧ Elektrik enerjisi ile kimyasal tepkimelerin oluşumunu sağlayan düzeneklere elektrolitik pil bu olaya elektroliz denir.
- ✧ Yandaki şekilde suyun elektrolizi görülmektedir.





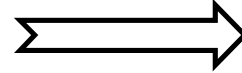
# GALVANİK DANİEL PİLİ

Elektronların Akım Yönü

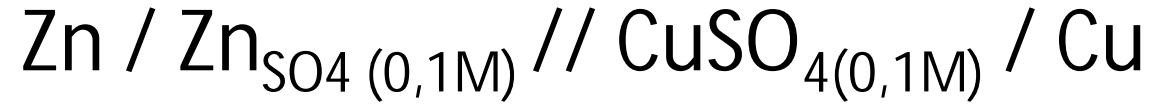


YÜKSELTGENME ← İNDİRGEME

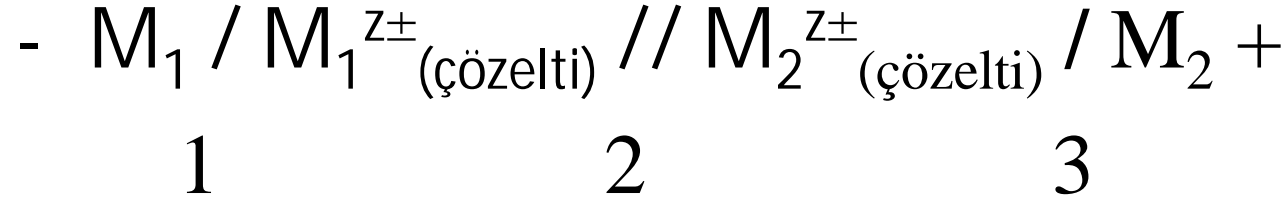
-



+



Çinko elektrod      Bakır elektrod



Burada;  $\text{M}_1, \text{M}_2$  : Metal veya Ametal

$\text{M}_1^{\text{z}\pm} \text{M}_2^{\text{z}\pm}$  : Metal veya Ametal İyonları

1, 3 : Değişik Fazların Temas Yüzeyi

2 : Tuz Köprüsü(Teması Sağlıyor)

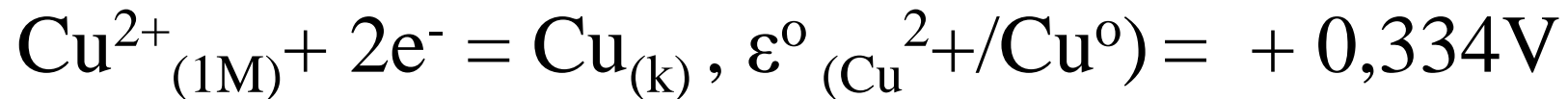
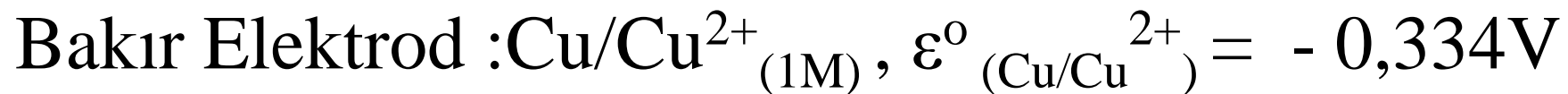
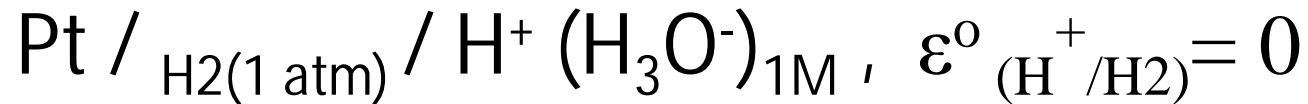
$\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} (\text{çözelti})$  : Çinko Elektrolit

$\text{Cu} / \text{Cu}^{2+} (\text{çözelti})$  : Bakır Elektrolit

ANOD : Pilde Oksidasyonun Olduğu Elektrod

KATOD : Pilde Redüksiyonun Olduğu Elektrod

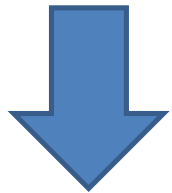
# STANDART HİDROJEN ELEKTRODU



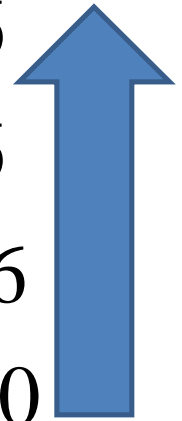
- Yükseltgenme Potansiyeli, + İndirgeme potansiyeli

(Hidrojen İyonuna Göre Zor İndirgeniyor) (Hidrojen İyonuna Göre Kolay İndirgeniyor)

Elektrod	Reaksiyon	$\varepsilon^{\circ}(\text{V})$
$\text{Li}^+ / \text{Li}$	$\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$	- 3,045
$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mg}$	- 2,363
$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Al}$	- 1,662
$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$	- 0,7628
$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Sn}$	- 0,136
$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Pb}$	- 0,126
$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- = \text{Fe}$	- 0,036
$\text{H}^+ / \text{H}_2$	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$	0,000
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$	+ 0,337



İndirgeme Azalır



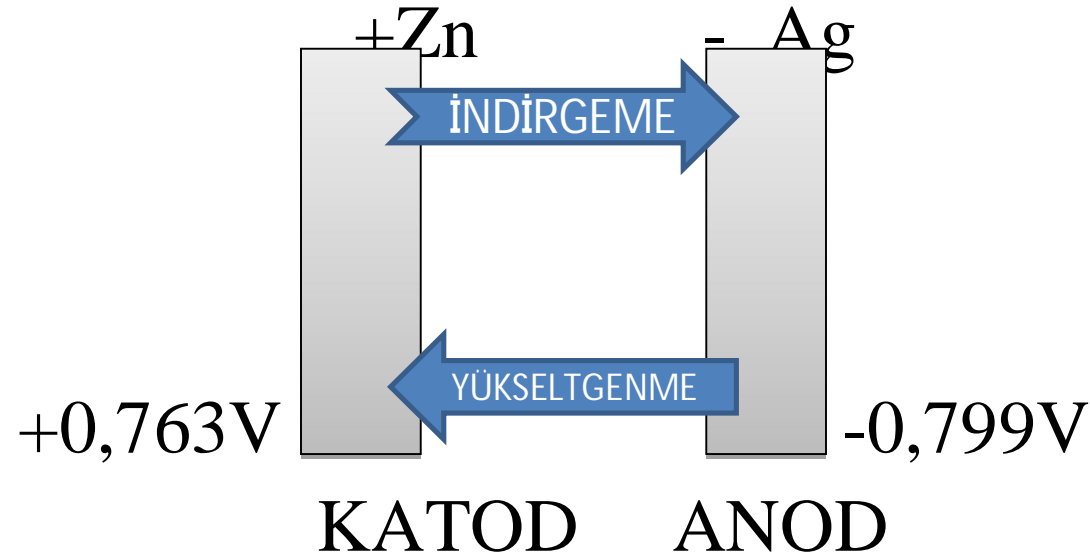
Yükseltgenme Azalır

Elektrod	Reaksiyon	$\varepsilon^{\circ}(\text{V})$
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$	+0,7991
$\text{Cr}_3^+,\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-},\text{H}^+/\text{Pt}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{3-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,33

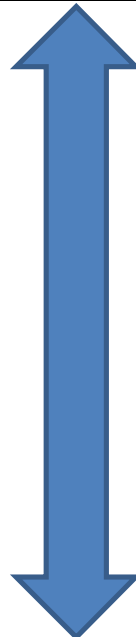
İndirgeme standart potansiyeli **BÜYÜK** olan diğerini yükseltger !

Örnek: Zn için bu potansiyel + 0,763 V

Gümüş için – 0,799V



Gümüş çinkoyu **YÜKSELTGER**, çinko gümüşü **İNDİRGER**

Elektrod	$\varepsilon^{\circ}$ (Redükleme)	$\varepsilon^{\circ}$ (Oksitleme)
Ag / Ag <sup>+</sup> (1M)	0,799	-0,799
	<b><u>İNDİRGENME</u></b>	
Cu/ Cu <sup>2+</sup> (1M)	0,334	-0,334
Pt, H <sub>3</sub> (1M)/H <sup>+</sup> (H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ) (1M)	0,00	0,00
		
Fe/Fe <sup>2+</sup> (1M)	-0,440	+ 0,440
	<b><u>YÜKSELTGENME</u></b>	
Zn/Zn <sup>2+</sup> (1M)	-0,763	+ 0,763

Zn, Cu'ı ve Ag ü indirger, Ag Zn u yükseltger