# Electrical Circuits
# KCL, KVL & topology

Kaynak temelli Türkçe çalışma notları

7 Kasım 2026

**Okuma notu**

Kavramlar İngilizce adları ve Türkçe karşılıklarıyla açıklanır. Kaynak kimlikleri dosya inceleme raporunda karşılık bulur. Hazırlık örnekleri ile çıkmış final soruları ayrı etiketlenmiştir. Güncel vize kapsamı resmi duyuruyla doğrulanmamıştır.

## İçindekiler


**1 Topology, KCL and KVL** **2**

1.1 Node, essential node, branch, loop ve mesh . . . 2
1.2 KCL: Charge conservation . . . 2
1.3 Node-to-node resistor current: En güvenli yazım . . . 2
1.4 KVL: Voltage toplamı neden sıfır? . . . 3
1.5 İki source varsa: Aiding ve opposing . . . 3
1.6 Branch currents ve mesh currents aynı değildir . . . 4
1.7 Bağımlı kaynak içeren tek loop: Kaynak fotoğrafı [K0436] . . . 4
1.8 Tellegen kontrolünü sistematik uygulamak . . . 4
1.9 Sınavda çözümün yazım düzeni . . . 4

# 1 Topology, KCL and KVL

**Hedef ve kaynaklar**

Node (düğüm), branch (dal), loop (kapalı yol), mesh (göz) ve reference (referans) kavramlarını doğru saymak; Kirchhoff's Current Law ve Kirchhoff's Voltage Law ile denklem kurmak. Kaynaklar: Week 3–5 [K0182, K0223, K0183], BZ203 Lec 2–3 [K0214–K0215], defter [K0570, K0572], sınıf tahtası [K0573–K0585].

## 1.1 Node, essential node, branch, loop ve mesh

Node, iki veya daha fazla elemanın birleştiği iletken bölgedir. İdeal tel üzerindeki bütün noktalar aynı node'a aittir. Essential node (esas düğüm) üç veya daha fazla branch'in birleştiği node'dur. Branch'i bu notlarda tek bir iki uçlu eleman olarak sayıyoruz. Bazı ders notları series eleman grubuna da branch diyebilir; sayma sorusunda kullanılan tanımı kontrol et.

Loop, başladığı node'a geri dönen ve ara node'ları tekrarlamayan kapalı yoldur. Mesh ise planar (düzleme kesişmeden çizilebilen) bir devrede içinde başka loop bulunmayan en küçük loop'tur. Her mesh bir loop'tur; her loop mesh değildir. Genel loop analysis ile mesh analysis'in bilinmeyen seçimi farklı olabilir.

Connected (bağlı) bir devrede $n$ node ve $b$ branch varsa bağımsız KCL denklemi sayısı $n-1$, bağımsız loop denklemi sayısı $b-n+1$'dir. İki sayının toplamı $b$ eder. Her node için ayrı KCL yazabilirsin ama son denklem diğerlerinin toplamından elde edilir.

**Topology sayma**

Birbirine bağlı bir ağda 12 branch ve 8 bağımsız loop vardır. Node sayısını bulunuz.

**Çözüm**

$8 = 12 - n + 1$ olduğundan $n = 5$. Bağımsız KCL sayısı 4'tür. Connected koşulu gerekir; ayrı parçalardan oluşan bir ağda formül bileşen sayısına göre değişir. Kaynak: [K0020] review question 2.5.

## 1.2 KCL: Charge conservation

KCL (Kirchhoff's Current Law; Kirchhoff akım kanunu), bir node'a giren current toplamının çıkan current toplamına eşit olduğunu söyler:

$$\sum i_{\text{giren}} = \sum i_{\text{çıkan}} \quad \Longleftrightarrow \quad \sum_k i_k = 0.$$

İkinci biçimde her current için işaret seçilmiş olmalıdır. Örneğin girenleri pozitif, çıkanları negatif alırsan bu seçimi bütün node denklemlerinde tutarlı kullan. KCL bir direnç kanunu değildir; node üzerinde yük birikmediği lumped-circuit modelindeki conservation (korunum) ilkesidir.

Bir node'a 5 mA giriyor, 2 mA çıkıyor ve $i_x$ oku çıkış yönünde seçilmişse $5 - 2 - i_x = 0$ ile $i_x = 3$ mA. Aynı oku girişe çevirirsen $5 - 2 + i_x = 0$ ve $i_x = -3$ mA. Fiziksel current değişmez.

## 1.3 Node-to-node resistor current: En güvenli yazım

Bir resistor $v_a$ ve $v_b$ node'ları arasındaysa, A'dan B'ye seçilen current:

$$i_{a\to b} = \frac{v_a - v_b}{R}.$$

Ohm's Law burada KCL'ye voltage cinsinden geçiş sağlar. A node'undan çıkan current'ları topluyorsan o node'un voltage'ı her payın ilk terimi olur. Örneğin 12 V source'a 3 kΩ, ground'a 6 kΩ ve $v_2$'ye 4 kΩ üzerinden bağlı $v_1$ node'u için, ayrıca 2 mA yukarı current source varsa:

$$\frac{v_1 - 12}{3} + \frac{v_1}{6} + \frac{v_1 - v_2}{4} = 2 \quad (\text{V/k}\Omega = \text{mA}).$$

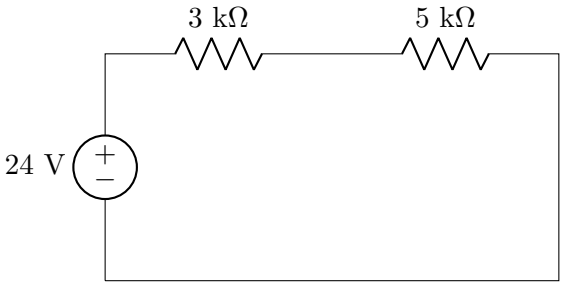
Bu denklemde ilk current negatif çıkabilir; bu 12 V tarafından node'a current geldiğini söyler. Negatif olabilecek bir payı başlangıçta "mutlaka çıkmalı" diye değiştirme.

## 1.4 KVL: Voltage toplamı neden sıfır?

KVL (Kirchhoff's Voltage Law; Kirchhoff gerilim kanunu), kapalı bir loop boyunca işaretli voltage değişimlerinin toplamının sıfır olduğunu söyler. Başlangıç node'una dönünce net potansiyel değişimi sıfırdır. Dersin lumped modelinde uygulanır:

$$\sum_{loop} \Delta v = 0.$$

Bir elemanı eksi uçtan artı uca geçerken voltage rise (gerilim artışı) $+v$; artı uçtan eksi uca geçerken voltage drop (gerilim düşümü) $-v$ yazılır. İstersen bütün denklemi düşümler pozitif olacak biçimde de kurabilirsin; sonuç aynı olur.




Source üst terminali +; current saat yönünde

Source altından başlayıp saat yönünde yürürsek $24 - 3I - 5I = 0$. $I = 3$ mA; drops 9 V ve 15 V. Current ters seçilse $I = -3$ mA bulunur. Voltage source'un + ucunun çizimde gerçekten hangi tarafta olduğunu kontrol etmek her zaman zorunludur.

## 1.5 İki source varsa: Aiding ve opposing

Aynı loop'taki source'lar seçilen yürüyüşte ikisi de voltage rise üretiyorsa aiding (destekleyen); biri rise, biri drop üretiyorsa opposing (karşıt) etki yapar. Kaynakları her zaman toplayıp geçme.

**İki source'lu loop**

Saat yönündeki yürüyüşte 10 V rise, 4 V drop ve toplam 3 kΩ resistor vardır. Saat yönündeki current'ı bulunuz. 4 V source power supplies mı absorbs mı?

**Çözüm**

$10 - 4 - 3I = 0$ ile $I = 2$ mA. 10 V source $-20$ mW absorbed power ile güç verir. Current 4 V source'un + ucundan girdiği için +8 mW absorbs. Resistor toplam $I^2R = 12$ mW absorbs. Kontrol $-20 + 8 + 12 = 0$.

## 1.6 Branch currents ve mesh currents aynı değildir

Branch current fiziksel bir elemandan geçen current'tır. Mesh current bir hesap bilinmeyenidir. İki mesh'in paylaştığı resistor üzerinde birbirine ters yönlü katkılar varsa branch current $i_1 - i_2$ olur. $i_1$ ve $i_2$ ayrı ayrı fiziksel resistor current'ı diye yazılamaz.

Loop yönünü değiştirmek voltage polarity'yi değiştirmek değildir. Bir ölçüm için $v_x$ polarity'si soruda verilmişse, sonuç o polarity'ye göre raporlanır. KVL'yi başka yönde yazman ölçümün tanımını değiştirmez.

## 1.7 Bağımlı kaynak içeren tek loop: Kaynak fotoğrafı [K0436]

Şekilde 15 V independent source; $1\Omega$, $5\Omega$, $2\Omega$ series resistor'lar; $2v_x$ dependent voltage source vardır. $v_x$, $5\Omega$ üzerindeki üstü + olan voltage'dır. Dependent source'un sol ucu +, sağ ucu eksi olarak okunur. Saat yönünde current $i$ seçilirse:

$$v_x = 5i, \qquad 15 - i - 2v_x - 5i - 2i = 0.$$

$15 - 8i - 10i = 0$ ile $i = 5/6$ A, $v_x = 25/6 \simeq 4.167$ V. Dependent source 8.333 V drop oluşturur. Power kontrolü: independent source $-12.5$ W, resistor toplam $8(5/6)^2 = 5.556$ W, dependent source $(2v_x)i = 6.944$ W; toplam sıfırdır. Burada dependent source power absorbs.

**Polarity değişirse sonuç değişir**

Bu örnekte $2v_x$ kaynağının polarity'si ters olsaydı KVL'de $+2v_x$ olurdu. Aynı sayıları kullanıp önceki sonucu kopyalamak yanlış olur. Kaynak görseli ve yeniden çizilen polarity, soru bankasında açıkça belirtilmiştir. Dosyanın vize olduğu doğrulanmadığından örnek soru etiketi kullanılmıştır.

## 1.8 Tellegen kontrolünü sistematik uygulamak

1) Her eleman için voltage polarity'sini işaretle. 2) Her branch current yönünü yaz. 3) Current + uçtan giriyorsa $vi$, eksi uçtan giriyorsa $-vi$ ile absorbed power bul. 4) İşaretli değerleri topla. Toplam sıfır değilse önce source polarity'sini, sonra current yönlerini ve birimleri denetle. Sıfıra yakın küçük fark yalnızca yuvarlamadan gelebilir; büyük fark işaret/denklem hatasına işaret eder.

## 1.9 Sınavda çözümün yazım düzeni

Yalnızca final current yazmak yerine unknown yönünü çiz, kullandığın KCL/KVL denklemini göster, sonra çöz. Bir source current'ı soruluyorsa o kaynağa Ohm's Law uygulama; önce çevresindeki branch current'larını bulup KCL uygula. Bir voltage source'a paralel resistance varsa voltage bilinir ama source current'ı bütün paralel yolların net current'ına bağlıdır.

**Kendini sına**

1) Node'a 4 A ve 2 A giriyor, 9 A ve $i$ çıkıyor. $i$? 2) Bir loop'ta 18 V rise, 6 V drop ve $4\Omega$ resistance varsa current? 3) $v_a = -2$, $v_b = 6$ V arasında $2\,\text{k}\Omega$ için A'dan B'ye current?

**Çözüm**

1) $4 + 2 = 9 + i$; $i = -3$ A, gerçek current node'a giriyor. 2) $18 - 6 - 4i = 0$; $i = 3$ A. 3) $(-2 - 6)/2 = -4$ mA; gerçek yön B'den A'ya.