

Deney 4: Thevenin ve Norton teoremleri

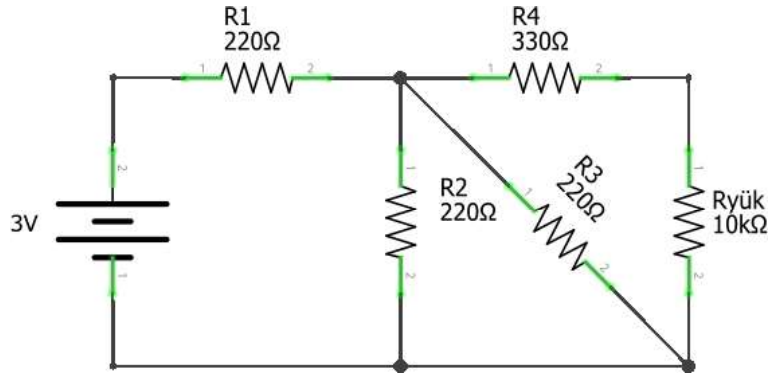
Hedef: Thevenin ve Norton teoremlerinin deneysel olarak ispatlanması

Gerekli Malzemeler:

- ❖ Güç Kaynağı, Avometre
- ❖ $100\Omega(x2)$, 220Ω , 330Ω , $4.7k\Omega$ ve $10k\Omega$ 'luk potansiyometre

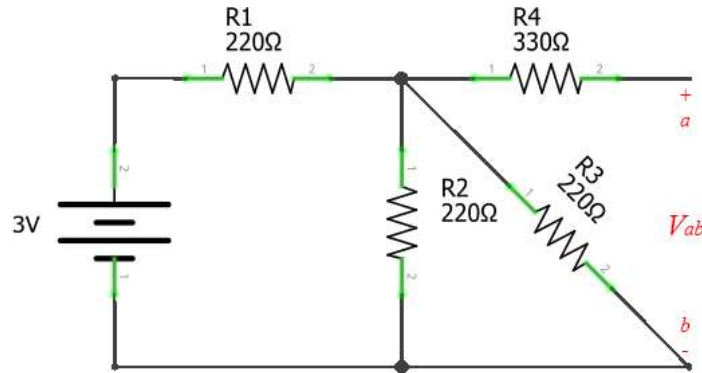
Ön Bilgi:

Thevenin Teoremi: Devreyi sadece bir gerilim kaynağı, bir direnç ve bir yük direnç ile basitleştirerek modellemek için kullanılır. Bir devrede Thevenin Teoremi uygulanacak yük direnci öncelikle açık devre yapılır ve uçlarına açık devre durumunda düşen gerilim hesaplanır. Ardından yük direnci açık devre iken uçları arası eş değer gerilim hesaplanır. Bu iki değer hesaplandıktan sonra Thevenin eş değer devresi çizilir ve yük direnci ucuna bağlanır. Örneğin aşağıdaki devrede yük direnci için Thevenin Teoremini uygulayalım;



Şekil 4.1

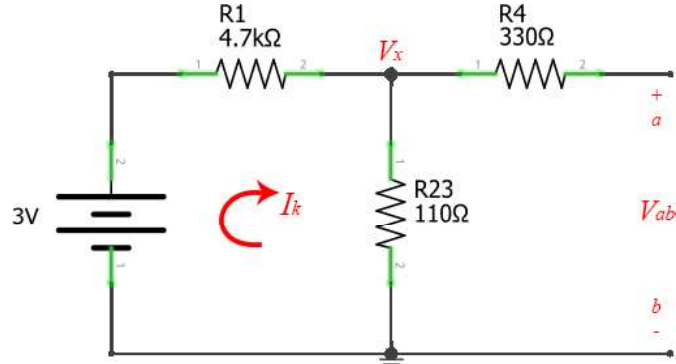
Öncelikle $R_{yük}$ direncini açık devre yapıyoruz.



Şekil 4.1a

Şekil 4.1a'da V_{ab} gerilimi hesaplanır. R_4 'ten akım geçmediği için V_{ab} ile V_x eşit olacaktır. R_2 ve R_3 paralellikten tek direnç şeklinde yazılır ve devrede akım geçen tek bir göz bırakılırsa hesaplamak daha kolay olacaktır. R_2 ve R_3 için eşdeğer direnç;

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 110\Omega$$



Şekil 4.1b

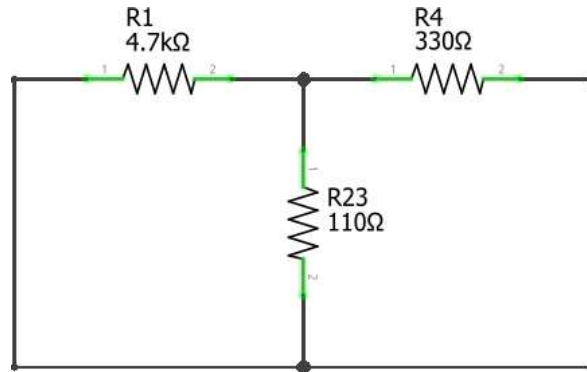
Devreden tek bir akım I_k geçtiğine göre;

$$-3V + 220\Omega \cdot I_k + 110\Omega \cdot I_k = 0 \quad (4.1)$$

$$I_k = \frac{3V}{220\Omega + 110\Omega} = 9.100mA$$

$$V_x = V_{ab} = 110\Omega \cdot I_k = 1.001V$$

ab arası eşdeğer direnç bulunurken bağımsız akım kaynakları açık, gerilim kaynakları kısa devre yapılır. Bağımlı kaynaklara müdahale edilmez.



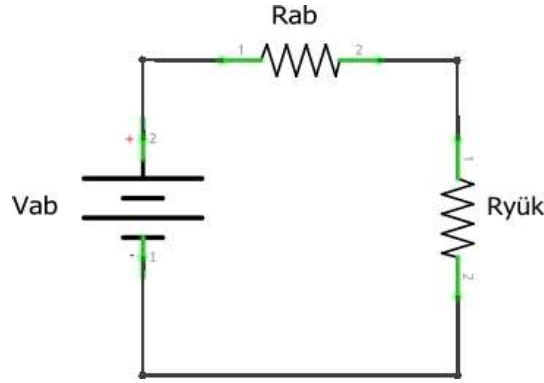
Şekil 4.1c

$$R_{ab} = R_4 + R_1 // R_{23} \quad (4.2)$$

$$R_{ab} = 330\Omega + \frac{220\Omega \cdot 110\Omega}{220\Omega + 110\Omega} = 403.33\Omega$$

olarak hesaplanır.

V_{ab} ve R_{ab} kullanılarak Thevenin eşdeğer devresi oluşturulur.



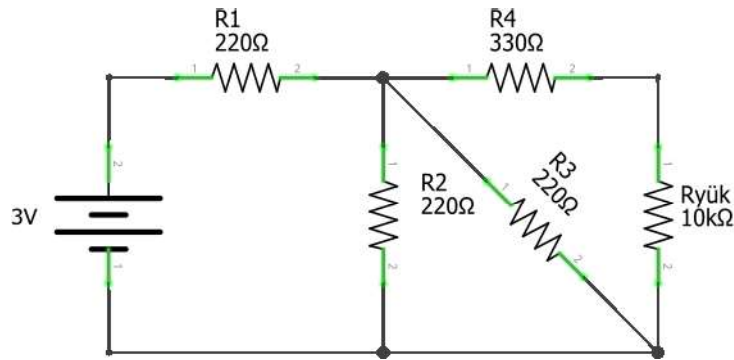
Şekil 4.1d

Bu durumda yükün çektiği akım;

$$I_{yük} = \frac{V_{ab}}{R_{ab} + R_{yük}} = 0.096mA$$

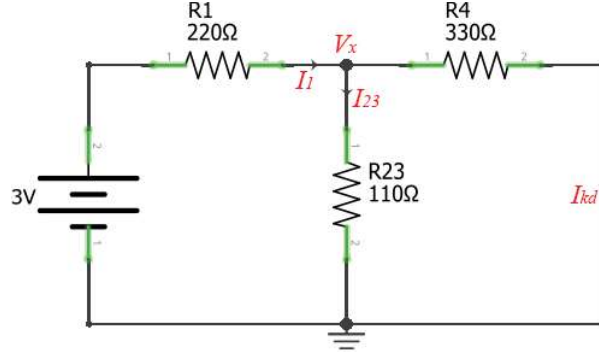
olarak bulunur.

Norton Teoremi: Thevenin teoremiyle mantık olarak aynıdır. Norton teoremiyle akımı veya gerilimi bulunacak yük kısa devre yapılır. Ardından kısa devre akımı hesaplanır. Daha sonra Thevenin teoremde olduğu gibi yük direncinin iki ucu arasındaki eşdeğer direnç hesaplanır. Ardından bulunan kısa devre akımını akım kaynağı olarak, eşdeğer direnci de bu akım kaynağına paralel direnç olarak bağladıktan sonra bu sisteme paralel olarak yük direnci eklenerek Norton eşdeğer devresi çizilmiş olur. Thevenin teoremi ile hesapladığımız devreyi bu seferde Norton teoremi ile analiz ederek aynı sonucu verdiğini görelim.



Şekil 4.2a

Devrede $R_{yük}$ kısa devre yapılır ve paralel olan R_2 ve R_3 dirençleri tek direnç şeklinde yazılırsa;



Şekil 4.2b

Burada kısa devre akımı I_{kd} hesaplamak için öncelikle V_x bulunmalıdır.

$$I_1 = I_{23} + I_{kd} \quad (4.3)$$

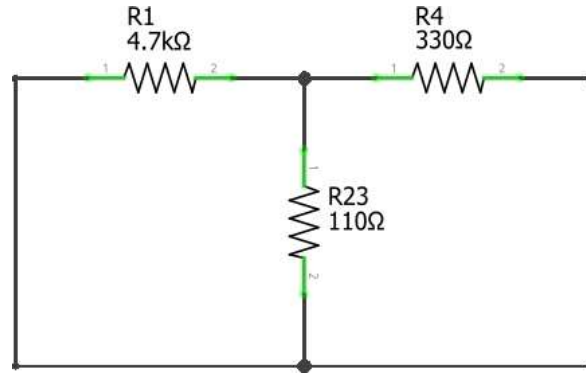
$$\frac{3V - V_x}{220\Omega} = \frac{V_x}{110\Omega} + \frac{V_x}{330\Omega} \quad (4.4)$$

$$\frac{3V}{220\Omega} = V_x \cdot \left(\frac{1}{110\Omega} + \frac{1}{330\Omega} + \frac{1}{220\Omega} \right)$$

$$V_x = 0.8165V$$

$$I_{kd} = \frac{V_x}{330\Omega} = 2.5mA$$

Ardından yük direnci uçlarına düşen eşdeğer direnç hesaplanır;

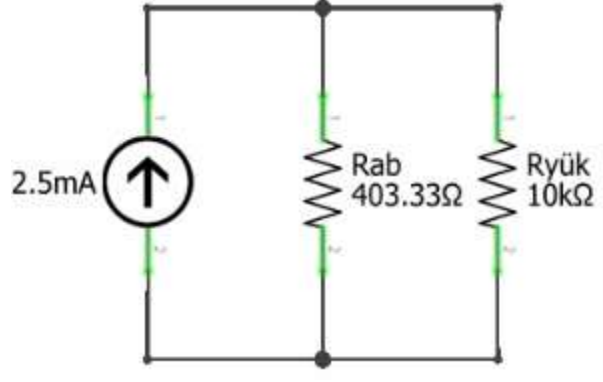


Şekil 4.2c

Thevenin teoreminde de bulduğumuz gibi eşdeğer direnç;

$$R_{ab} = 330\Omega \cdot \frac{220\Omega \cdot 110\Omega}{220\Omega + 110\Omega} = 403.33\Omega$$

Ardından Norton eşdeğer devresi çizilir ve yük direnci paralel olarak eklenir.



Şekil 4.2d

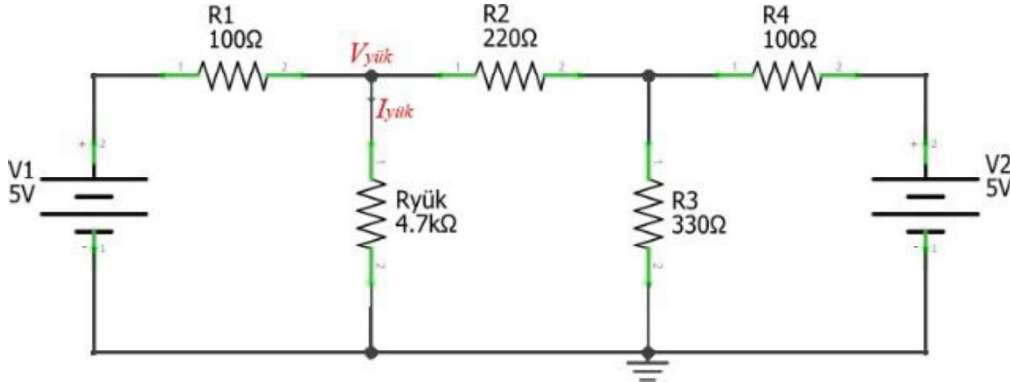
Yükün çektiği akım, akım bölme kuralına göre hesaplanırsa;

$$I_{yük} = 2.5mA \cdot \frac{403.33\Omega}{10.403k\Omega} = 0.096mA$$

olarak bulunur. İki teoremin sonuçlarının da eşit olduğuna dikkat edelim.

!!Thevenin ve Norton devreleri kaynak dönüşümü ile birbirine dönüştürülebilir.

Ön Hazırlık Soruları:



Şekil 4.3

- ❖ Şekil 4.3 için $V_{yük}$ gerilimini hesaplayınız.
- ❖ Şekil 4.3'te $I_{yük}$ akımını Thevenin ve Norton teoremleri ile hesaplayınız.
- ❖ Şekil 4.3'ü benzetim programlarında kurarak teorik olarak hesapladığınız değerlerle birlikte Tablo 4'ü doldurunuz.
- ❖ Devrede güç kaynakları ve yük direnci sabit kalmak şartıyla yük akımı hangi koşullarda artar.
- ❖ Güç kaynaklarının verdiği gücü ve yükün bu kaynaklardan yüzde kaç çektiğini hesaplayınız.
- ❖ Devrede yük direncinin çok ısındığını varsayalım. Devredeki komponentlerin büyüklükleri aynı olmak şartıyla hangi değişiklik ile ısınmanın önüne geçebiliriz.

Deneyin Yapılışı:

- ❖ Şekil 4.3'ü breadboard üzerine kurunuz.
- ❖ $V_{yük}$ gerilimini ve $I_{yük}$ akımını ölçünüz.
- ❖ Yük direncini açık devre yaparak V_{ad} açık devre gerilimini ölçünüz.
- ❖ Yük direncini kısa devre yaparak I_{kd} kısa devre akımını ölçünüz.
- ❖ Güç kaynaklarını kısa devre yaparak yük direnci uçlarına düşen $R_{eş}$ direncini ölçünüz.
- ❖ Thevenin eşdeğer devresini kurunuz ve yükün çektiği I_{th} akımını ölçünüz.
- ❖ Norton eşdeğer devresini kurunuz ve yükün çektiği I_{nt} akımını ölçünüz.
- ❖ Eşdeğer devrelerde ölçtüğünüz akımlar ile $I_{yük}$ akımını karşılaştırınız.
- ❖ Sizden istenen değerler ile Tablo 4'ü doldurunuz.

İstenen Değerler	Ölçüm	Hesap	Benzetim
$I_{yük}(mA)$			
$V_{yük}(V)$			
$V_{ad}(V)$			
$I_{kd}(mA)$			
$R_{eş}(\Omega)$			
$I_{th}(mA)$			
$I_{nt}(mA)$			

Tablo 4