

## ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I

### HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Ampermetre, voltmeter ve ohmmeter bir devreye nasıl bağlanır açıklamalarını yazınız.
2. Şekil 1'de ki devrede  $R_2$  direncinden geçen akımı ölçmek için ampermetreyi,  $R_3$  direnci üzerindeki gerilimi ölçmek için voltmetreyi ve yeşil  $R$  direncinden bakıldığı zaman görülen devrenin empedansını ölçmek için ohmmetrenin devreye nasıl bağlanıldıklarını her bir bağlantı için ayrı ayrı çizerek gösteriniz.
3. Thevenin, Norton ve süper pozisyon yöntemleri hangi amaçlar için kullanılır açıklayınız.
4. Thevenin ve Norton yöntemlerinde ortak olan işlem nedir?
5. Thevenin ve Norton yöntemini birbirinden ayıran işlem nedir?
6. Bir devrenin Thevenin eşdeğer devresi biliniyor ise Norton eşdeğer devresi bu Thevenin eşdeğer devresi kullanılarak nasıl elde edilebilir?
7. Şekil 1'deki devrenin Thevenin ve Norton eşdeğer devrelerini oluşturmak için gerekli olan parametreleri matematiksel olarak hesaplayın (formüsel olarak).
8. Şekil 1'deki devrede  $R$  direncinden geçen akımı süper pozisyon yöntemini kullanarak matematiksel olarak hesaplayın (formüsel olarak).
9. Maksimum güç aktarımı nedir ve hangi koşullarda yüke maksimum güç aktarımı yapılabilir açıklayınız.

9. Thevenin ve Norton yöntemlerini kullanarak Şekil 8'de ki devrenin Thevenin ve Norton eşdeğer devrelerini oluşturun ve gerekli olan eleman değerlerini hesaplayın ( $R_y$  direncine göre) ve Tablo 1'deki yerlerine (sarı bölge) deneye gelmeden önce kaydediniz.
10. Süper pozisyon yöntemini Şekil 8'e uygulayın ve  $R_y$  direncinden geçen akım değerini hesaplayın ve Tablo 3'deki yerlerine (sarı bölge) deneye gelmeden önce kaydediniz.

**NOT: Hazırlık çalışmalarını rapor halinde hazırlayarak (rapor kapağı ile birlikte) deneylere geliniz. Hazırlık raporu olmayanlar deneylere alınmayacaktır.**

### THEVENİN, NORTON TEOREMLERİ ve MAKSİMUM GÜÇ AKTARIMI

- Deneyin Amacı:**
1. Thevenin ve Norton teoremlerini doğrulamak
  2. Maksimum Güç teoremini doğrulamak
  3. Süperpozisyon teoremini doğrulamak
  4. Öğrencinin deney kurma yeteneğini geliştirmek

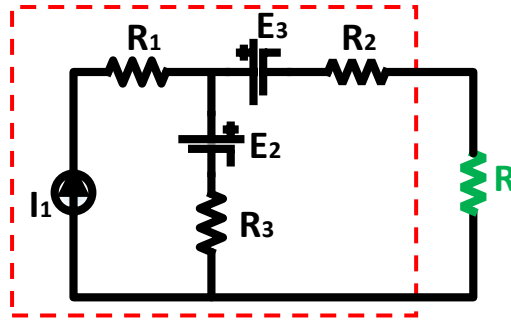
Thevenin ve Norton yöntemi lineer devre elemanları içeren herhangi bir devreye uygulanabilir. Herhangi bir devrenin belli bir eleman veya eleman topluluğuna göre Thevenin eşdeğer devresinin oluşturulma aşaması aşağıdaki Şekil 1'de görülmektedir. Thevenin eşdeğer devresi bir gerilim kaynağı ve onun iç direncini temsil eden Thevenin eşdeğer direnci ( $R_{Th}$ ) ve bu elemanlara seri bir dirençten ( $R$ ) oluşmaktadır. Norton eşdeğer devresi ise bir akım kaynağı, akım kaynağının iç direncini temsil eden paralel eşdeğer direnç ( $R_N$ ) ve bu elemanlara paralel olan bir dirençten ( $R$ ) oluşmaktadır.

Şekil 1'de verilen bir devrenin Thevenin ve Norton eşdeğer devreleri hemen alt kısmında görülmektedir. Yeşil  $R$  direncine göre geri kalan devrenin (kesikli kırmızı çizgiler ile gösterilen) Thevenin eşdeğer devresi solda, Norton eşdeğer devresi sağda görülmektedir.

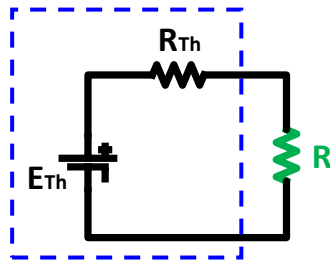
Şekil 1'den de görüleceği üzere yeşil  $R$  direncine göre ana devrenin Thevenin eşdeğer devresini oluştururken kırmızı kesikli çizgi içerisindeki devre elemanlarının tümü bir gerilim kaynağı ( $E_{Th}$ ) ve ona seri bir direnç ile ( $R_{Th}$ ) temsil edilmektedir (mavi kesikli çizgi içerisinde görülebilmektedir). Benzer şekilde Norton eşdeğer devresi oluşturulurken kırmızı kesikli çizgi

### ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I

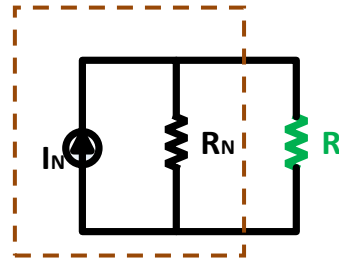
içerisindeki devre elemanlarının tümü bir akım kaynağı ( $I_N$ ) ve ona paralel bir direnç ile ( $R_N$ ) temsil edilmektedir (kahverengi kesikli çizgi içerisinde görülebilmektedir).



a) Thevenin eşdeğer devresi



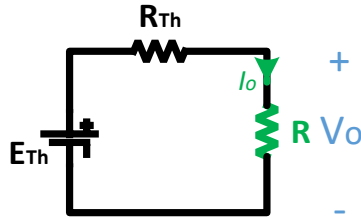
b) Thevenin eşdeğer devresi



c) Norton eşdeğer devresi

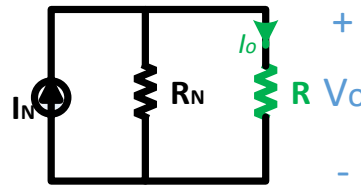
**Şekil 1.** Herhangi bir elektriksel devre için Thevenin ve Norton eşdeğer devreleri

Eşdeğer devreler oluşturulduktan sonra  $R$  direncinden geçen akım ve üzerine düşen gerilim aşağıdaki gibi bulunmaktadır:



Thevenin yöntemi için:

$$I_o = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R} \quad V_o = I_o \cdot R = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R} \cdot R$$



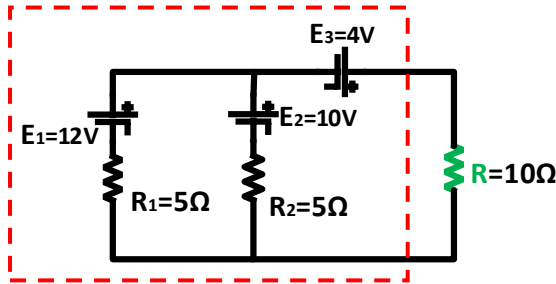
Norton yöntemi için:

$$V_o = I_N \cdot R_{eş} = I_N \cdot \frac{R_N \cdot R}{R_N + R} \quad I_o = \frac{V_o}{R} = I_N \cdot \frac{R_N}{R_N + R}$$

Devredeki ifadelerden de görüleceği üzere ana devredeki  $R$  direncinden geçen akım ve gerilim ile eşdeğer devreleri oluşturduktan sonra  $R$  direnci içerisinde geçen akım ve üzerine düşen gerilimler değer olarak aynıdır, farklı çıkamaz. Farklı çıkar ise hesaplamalarda yanlışlık yapılmıştır.

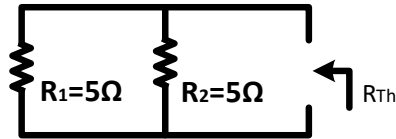
**ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I**

**Örnek :**



**Şekil 2. Örnek devre**

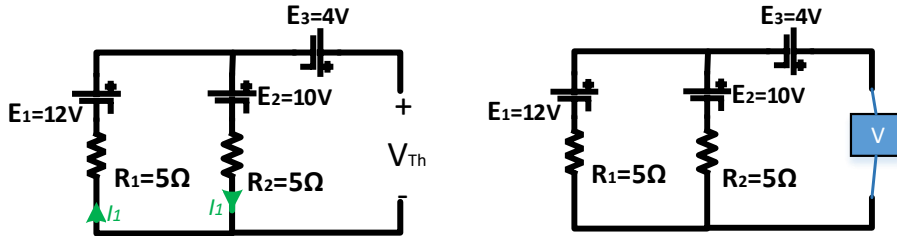
Üstteki Şekil 2’de ki devrede **R** direncine göre devrenin Thevenin eşdeğer devresini oluşturmak için  $R_{Th}$  eşdeğer direnci aşağıdaki gibi bulunur.



$$R_{Th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} = 2,5\Omega$$

**Şekil 3. Thevenin ve Norton için eşdeğer direncin hesaplanması**

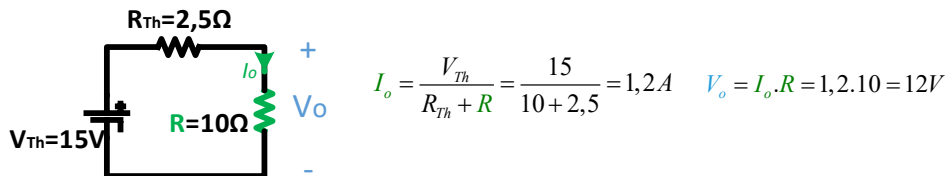
Thevenin eşdeğer devresindeki gerilim kaynağının değerini bulmak için devre aşağıdaki şekle getirilir ve çıkarılan **R** elemanının uçlarından görülen gerilim hesap yolu ile bulunur. **Ölçüm yolu ile bu değeri bulmak için sağdaki şekilde görüldüğü gibi **R** direnci çıkarılan bu uçlara direk voltmetre bağlanarak ölçüm yolu ile  $V_{Th}$  (voltmetrenin gösterdiği gerilim) bulunur.**



**Şekil 4. Thevenin geriliminin hesap yolu ve ölçüm yolu ile bulunması**

$$I_1 = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 - 10}{5 + 5} = 0,2A \quad V_{Th} = E_3 + E_2 + I_1 \cdot R_2 = 10 + 4 + 5 \cdot 0,2 = 15V$$

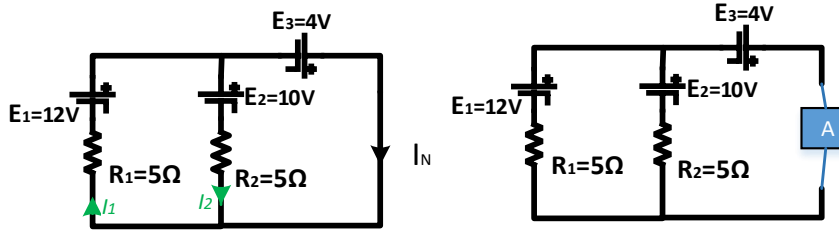
Hesaplanan bu değerlere göre Thevenin eşdeğer devresi aşağıdaki gibi oluşturulur ve **R** direncinden geçen akım ve üstüne düşen gerilim değerleri ise yandaki gibi hesaplanır.



**Şekil 5. Örnek devrenin Thevenin eşdeğer devresi**

Benzer şekilde Norton eşdeğer devresini oluşturmak için aşağıdaki eşdeğer devre oluşturulur ve bu devre yardımı ile  $I_N$  kısa devre akımı hesap yolu ile hesaplanır. **Ölçüm yolu ile  $I_N$  akımını**

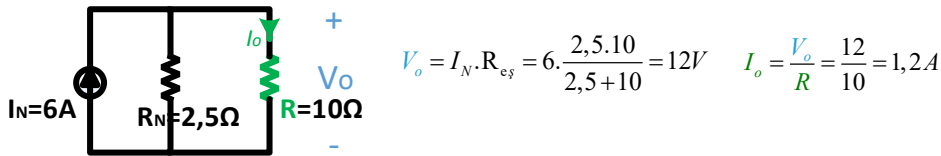
**ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I**  
 bulmak için sağdaki şekilde görüldüğü gibi **R** direnci çıkarılan bu uçlara direk ampermetre bağlanarak  $I_N$  (ampermetresinin gösterdiği akım) bulunur.



**Şekil 6.** Norton akımının hesap yolu ve ölçüm yolu ile bulunması

$$\begin{aligned} I_1 \cdot R_1 - E_1 + E_2 + I_2 \cdot R_2 &= 0 & I_2 &= -2,8 A \\ -E_3 - E_2 - I_2 \cdot R_2 &= 0 & I_N &= 6 A \\ I_1 - I_2 - I_N &= 0 \end{aligned}$$

$I_2$  akımının eksi çıkması sadece üsteki devrede gösterilen yönün ters alındığını ifade etmektedir, gerçekte  $I_2$  akımı gösterilenin tersi yönünde akmaktadır. Bulunan bu  $I_N$  kısa akım değerine göre Norton eşdeğer devresi aşağıdaki gibi oluşturulur.



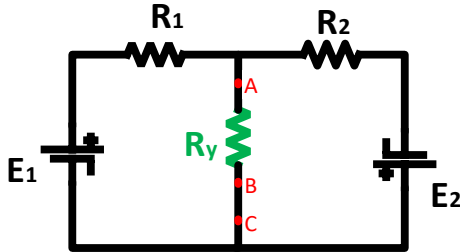
**Şekil 7.** Örnek devrenin Norton eşdeğer devresi

Sonuçlardan da görüleceği üzere, Thevenin ve Norton eşdeğer devresi sonucunda oluşturulan devrelerde **R** direncinden aynı akımı geçirmekte ve bunun sonucu olarak üzerinde aynı gerilimin indüklenmesine neden olmaktadır.

**ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I**  
**DENEYİN YAPILIŞI**

**1. DENEY : Thevenin ve Norton Yöntemleri**

Aşağıdaki Şekil 8’de verilen devreyi deney bordu üzerine yandaki tablodaki eleman değerlerine göre kurunuz.



Eleman	Değeri
E <sub>1</sub>	10V
E <sub>2</sub>	5V
R <sub>1</sub>	100Ω
R <sub>2</sub>	270Ω
R <sub>y</sub>	180Ω

**Şekil 8.** Deney 1 in elektriksel devresi

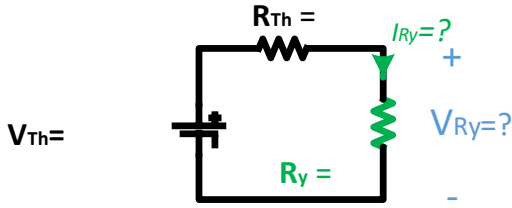
**Tablo 1.** Deney 1 devresine göre elde edilen sonuçlar

1.adımda deney esnasında ölçüm yolu ile bulunan değerler					
V <sub>Ry</sub>		V			
I <sub>Ry</sub>		A			
Thevenin Yöntemi		4. adım sonuçları		Hazırlık Raporu Sonuçları	
V <sub>Th</sub>	V	V <sub>Ry</sub>	V	V <sub>Th</sub>	V
R <sub>Th</sub>	Ω	I <sub>Ry</sub>	A	R <sub>Th</sub>	Ω
Norton Yöntemi		4. adım sonuçları		Hazırlık Raporu Sonuçları	
I <sub>N</sub>	A	V <sub>Ry</sub>	V	I <sub>N</sub>	V
R <sub>N</sub>	Ω	I <sub>Ry</sub>	A	R <sub>N</sub>	Ω

1. Bord üzerine devreyi kurduktan ve gerilim kaynaklarına enerji verdikten sonra A-B ucuna voltmetre, B-C ucunu **uygun hale getirerek** ampermetre bağlayınız ve R<sub>y</sub> direncinin üzerine düşen gerilim ile bu dirençten geçen akımı ölçüm yolu ile bulunuz ve Tablo 1’ deki uygun yere (renkler sizi yönlendirecektir) yazınız.

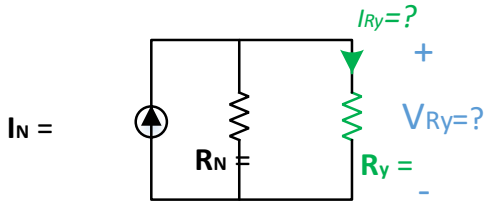
2. R<sub>y</sub> direncine göre Şekil 8’de ki devrenin **Thevenin eşdeğer devresini** Şekil 9’daki gibi **oluşturmak için**; R<sub>Th</sub> direncini ölçüm yolu ile bulmanız gerekiyor. Bunun için devredeki kaynakları devre dışı bırakarak uygun şekle getiriniz ve A-B uçlarından ölçüm yolu ile R<sub>Th</sub> direncini bulunuz.
3. V<sub>Th</sub> gerilimini bulmak için Şekil 8’i bord üzerinde **uygun hale** getirin ve A-B ucundan ölçüm yolu ile V<sub>Th</sub> gerilimini bulunuz.
4. Ölçüm yolu ile bulmuş olduğunuz değerleri kullanarak Şekil 8’deki devrenin Thevenin eşdeğerini aşağıdaki Şekil 9’da görüldüğü gibi bord üstüne yeniden kurunuz ve R<sub>y</sub> direncinden geçen akım ve gerilimi ölçüm yolu ve Tablo 1’de ki 4.adım sonuçları kısmına yazınız. Ayrıca Şekil 9’da ki devreyi, devreyi çözerek te bulunuz.
5. **Hazırlık raporunda hesaplamış olduğunuz değerler ile deneyi yaparken bulmuş olduğunuz sonuçları karşılaştırın ve yorum yapınız.**

**ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I**



**Şekil 9.** Thevenin eşdeğer devresinin bord üzerinde oluşturulması

6.  $R_y$  direncine göre Şekil 8’de ki devrenin **Thevenin eşdeğer devresini** Şekil 10’daki gibi **oluşturmak için**;  $R_N$  direncini ölçüm yolu ile bulmanız gerekiyor. Bunun için devredeki **kaynakları devre dışı bırakarak uygun şekle** getiriniz ve A-B uçlarından ölçüm yolu ile  $R_N$  direncini bulunuz.
7.  $I_N$  akımını bulmak için Şekil 8’i bord üzerinde **uygun hale** getirin ve A-B ucundan ölçüm yolu ile  $I_N$  akımını bulunuz.
8. Ölçüm yolu ile bulmuş olduğunuz değerleri kullanarak Şekil 8’deki devrenin Thevenin eşdeğerini aşağıdaki Şekil 10’da görüldüğü gibi bord üstüne yeniden kurunuz ve  $R_y$  direncinden geçen akım ve gerilimi ölçüm yolu ve Tablo 1’de ki 4.adım sonuçları kısmına yazınız. Ayrıca Şekil 10’da ki devreyi, devreyi çözerek te bulunuz.
9. **Hazırlık raporunda hesaplamış olduğunuz değerler ile deneyi yaparken bulmuş olduğunuz sonuçları karşılaştırın ve yorum yapınız.**



**Şekil 10.** Norton eşdeğer devresinin bord üzerinde oluşturulması

## 2. DENEY : Maksimum Güç Aktarımı

1. Şekil 9’da ki devreyi bord üzerine kurunuz ve  $R_y$  direncinin değerini  $33\Omega$ ,  $75\Omega$ ,  $180\Omega$  ve  $270\Omega$  olarak ayarlayarak  $R_y$  direncinin kaynaktan çekmiş olduğu güç değerini ölçüm yolu ile bulunuz ve Tablo 2’ye kaydediniz.
2. Şekil 8’de ki  $R_y$  direncinin kaynaktan maksimum güç çekmesi için alması gereken değer ne olmalıdır yorum yapınız.

**Tablo 2.**  $R_y$  direncinin çektiği maksimum güç

$R_y$	$V_{Ry}$	$P_{Ry}$
$R_y=33\Omega$		
$R_y=75\Omega$		
$R_y=180\Omega$		
$R_y=270\Omega$		

ELK1015 ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNİN TEMELLERİ LABORATUVARI-I

3. DENEY: Süper pozisyon Teoremi:

1. Üç tane direnç iki tane gerilim kaynağına sahip bir devre tasarlayınız ve bir  $R_y$  direnci belirleyiniz.  $R_y$  direncinden sadece  $E_1$  kaynağının geçireceği akımı bulmak için devre üzerinde uygun ayarlamaları yapınız. Devre üzerinde uygun ayarlamalar yapıldıktan sonra B-C uçlarından akım değerini ölçünüz ve Tablo 3'e kaydediniz.
2. Sadece  $E_2$  kaynağının  $R_y$  direncinden geçireceği akımı bulmak için devre üzerinde uygun ayarlamaları yapınız. Devre üzerinde uygun ayarlamalar yapıldıktan sonra B-C uçlarından akım değerini ölçünüz ve Tablo 3'e kaydediniz.

Tablo 3. Süper pozisyon yöntemi sonuçları

	$E_1$	$E_2$	Toplam Akım
$I_{R_y}$			
Hazırlık Sonuçları			

ÖNEMLİ NOT

Deneylerin düzgün bir şekilde yapılabilmesi için hazırlık sorularının yapılması ve yöntemlerin teorik kısmının iyi bilinmesi gerekmektedir. Çünkü deneyde gerekli olan akım, gerilim ve direnç gibi değerleri bulabilmek için teorideki bilgileri kullanıp, devreyi teoriye uygun şekilde yeniden düzenlemeniz gerekmektedir.