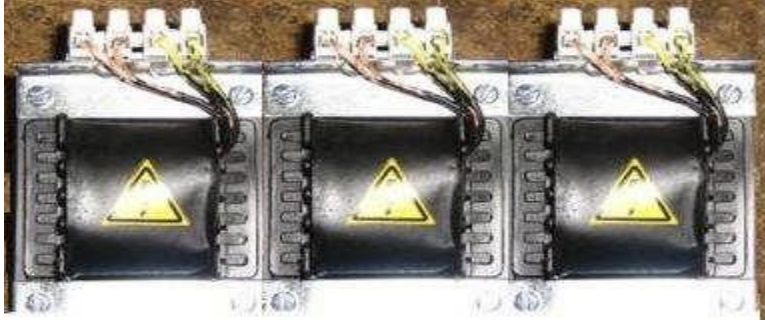


## DENEY-6

# ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BAĞLANTI GRUPLARININ BULUNMASI VE TRANSFORMATÖRÜN YÜKLÜ ÇALIŞMASI

### 1. Üç Fazlı Transformatörün Yapısı

Üç fazlı transformatörler yapı ve çalışma bakımından bir fazlı transformatörlere benzerler. Bu nedenle üç adet aynı özellikteki bir fazlı transformatörün nüveleri birleştirilerek (şekil 1) primer ve sekonder sargıları yıldız veya üçgen bağlanarak üç fazlı transformatör elde edileceği gibi, üç ayaklı (bacaklı) bir nüve üzerine primer ve sekonder sargılar sarılarak da elde edilebilir (şekil 2).

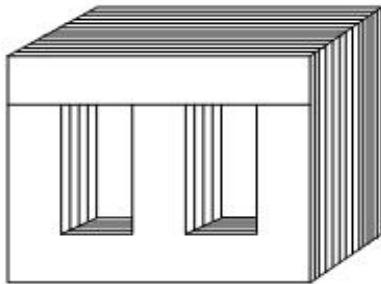


Şekil 1: Üç adet bir fazlı transformatörden üç fazlı transformatör elde edilmesi

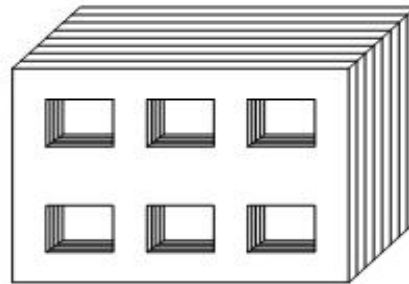


Şekil 2: Üç bacaklı çekirdek tipi nüve

Üç fazlı transformatörler Çekirdek tip ve mantel tip nüveli olarak üretilirler. Primer ve sekonder sargıları her faz sargısı için ayrı ayrı sarılır. 3 fazlı transformatörlerin temel olarak çalışma prensibi bir fazlı transformatörlerle aynıdır.



a) Çekirdek tipi



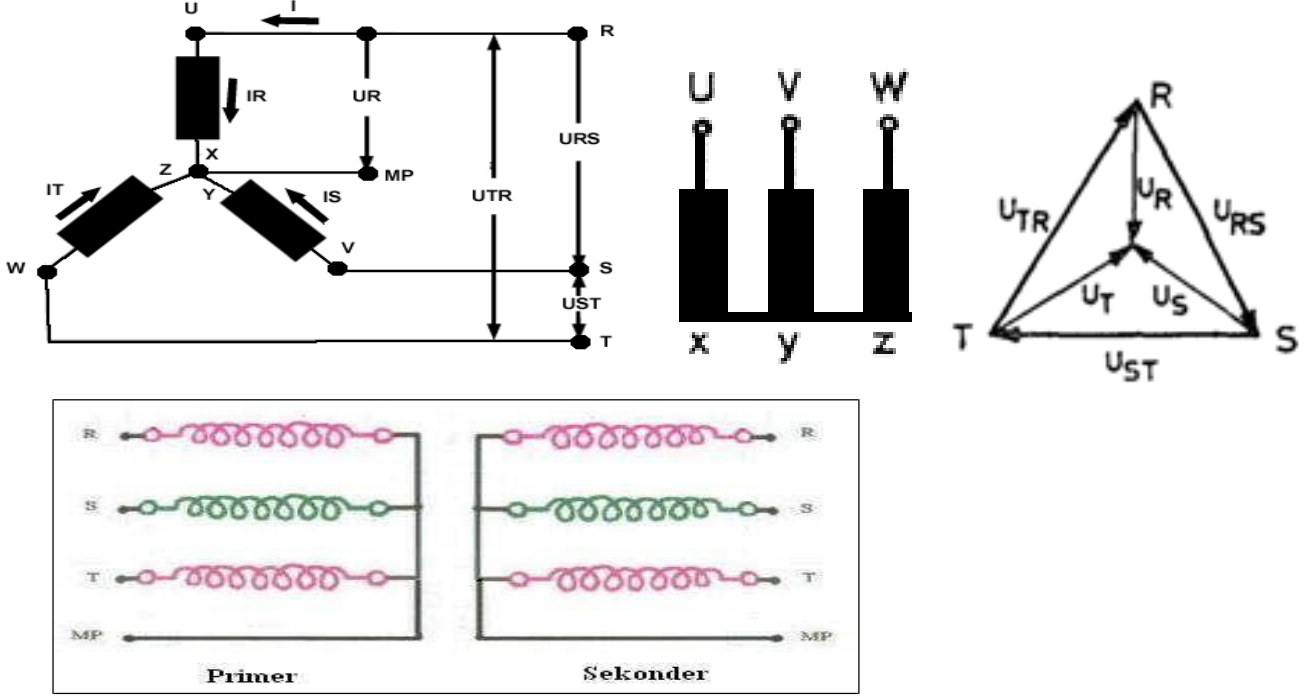
b) Mantel tipi

Şekil 3: Üç fazlı transformatörlerde nüve şekilleri

## 2. Üç Fazlı Trafoların Bağlantı Şekilleri Ve Özellikleri

### 2.1. Yıldız Bağlantı ve Özellikleri

Yıldız bağlama şekli aşağıdaki şekildeki gibi yapılır. Yıldız bağlantıda nötr noktası bulunur. Fazlar arasında 120 derecelik faz farkı vardır. Bu yüzden nötr noktası ile toprak arasındaki gerilim 0 V'tur. Yıldız bağlama genellikle nötr hattı istenildiği yerlerde sekonder tarafına yapılır. Çünkü yıldız bağlamada nötr noktası bulunur. Sekonder kısım yükün bağlandığı kısım olduğundan yıldız bağlama genellikle bu sargılarda yapılır.



Şekil 4: Üç fazlı transformatörlerde yıldız bağlantı

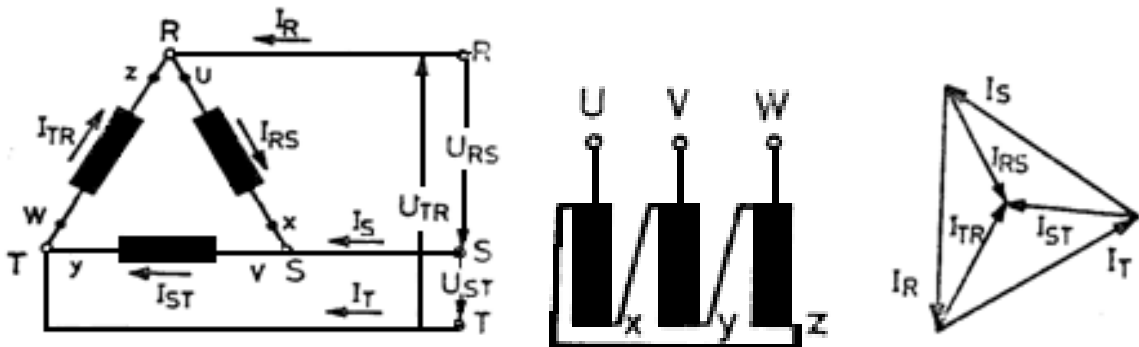
Yıldız bağlantıda akım gerilim ve güç ilişkisi;

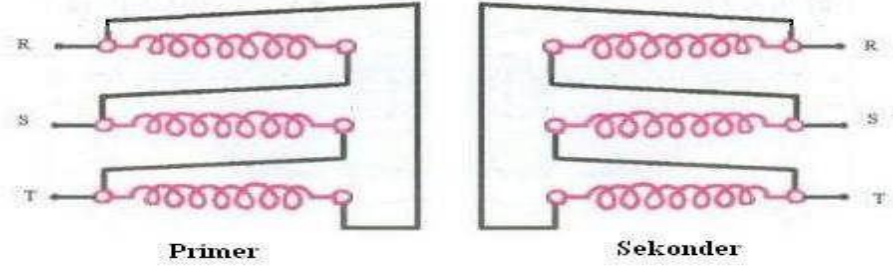
$$\begin{aligned} \text{Dengeli Yükte: } IR &= IS = IT = I, \\ URS &= \sqrt{3} \cdot UR = U, \\ S &= \sqrt{3} \cdot UR \cdot IR = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \end{aligned}$$

Faz sargılarından geçen akımlar, bağlı olduğu fazın akımına eşittir. Dengeli yüklemde fazların akımları bir birine eşit olur.  $I_s = I_T = I$  olur.  $U_{RS}$ ,  $U_{TR}$  ve  $U_{ST}$  fazlar arası hat gerilimleridir. Hat gerilimleri sargıların gerilimlerinden  $\sqrt{3}$  kadar daha büyüktür.

### 2.2. Üçgen Bağlantı ve Özellikleri

Üçgen bağlama yıldız bağlamayla kıyaslandığında görüleceği gibi nötr noktası üçgen bağlamada yoktur. Genellikle nötr hattı istenmeyen yerlerde üçgen bağlantı kullanılır. Faz sargısı uç gerilimleri fazlar arası hat gerilimleriyle aynıdır yani  $U_{RS} = U_R$  dir.





Şekil 5: Üç fazlı transformatörlerde üçgen bağlantı

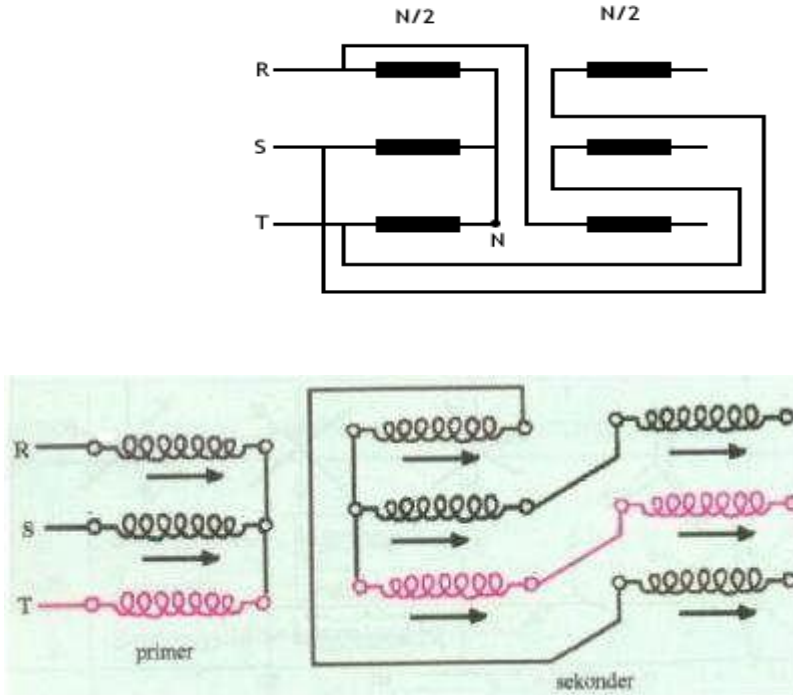
Dengeli yükte:  $U_{RS}=U_{ST}=U_{TR}=U$

$$I_R=I_S=I_T=\sqrt{3} \cdot I_{RS} = I$$

$$S=\sqrt{3} \cdot U_{RS} \cdot I_{RS}=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

### 5.2.3. Zigzag Bağlantı ve Özellikleri

Bu bağlantı trafoların sekonderinde aynı fazda eşit gerilimli sargı bulunursa yapılır. Zigzag bağlantıda her fazın bir sargısı öteki sargının diğer sargısı ile seri bağlanır, nötr ucu bulunur. Bunun nedeni dengesiz yüklenmenin önüne geçilmek istenmesidir. Genellikle Fazlar arasında dengesiz yüklemelerin olduğu yerlerde ise zikzak bağlantı kullanılır. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi transformatörün sekonder sargıları ikiye ayrılmıştır. Sekonder sargılarından her biri primer sargılarına bağlanmıştır.



Şekil 6: Üç fazlı transformatörlerde zigzag bağlantı

### 3. Üç Fazlı Trafoların Bağlantı Grupları ve Özellikleri

Tabo 1'de görüldüğü gibi üç fazlı transformatörlerde 12 çeşit bağlantı şekli vardır. Primer sargı uçları büyük harflerle, sekonder sargı uçları küçük harflerle gösterilir. (U,V,W - u,v,w). Bağlantı şekilleri ise Dd (üçgen), Yy (yıldız), Z (zikzak) sembolleri ile gösterilir. Bu sembollerin birincisi primer sargı bağlantısını, ikincisi ise sekonder sargı bağlantısını ifade eder.

Bağlantı gruplarının yanındaki rakamlar, primer gerilimleri ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkını gösterir. Rakam  $30^0$  ile çarpılarak faz farkları bulunur. Örneğin Dd5'in anlamı ; primeri üçgen, sekonderi üçgen bağlı, giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki faz farkı;  $5 \times 30^0 = 150^0$  dir.

A grubu bağlantıda primer ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkı,  $30^0 \times 0 = 0^0$

B grubu bağlantıda primer ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkı,  $30^0 \times 6 = 180^0$  dir. Yani çıkışta - ve + alternanslar yer değiştirmiştir.

C grubu bağlantıda primer ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkı,  $30^0 \times 5 = 150^0$  dir. Çıkış gerilimi giriş geriliminden  $150^0$  geridedir.

D grubu bağlantıda primer ile sekonder gerilimleri arasındaki faz farkı  $30^0 \times 11 = 330^0$  dir. Çıkış gerilimi giriş geriliminden  $330^0$  geridedir.

GURUBU		VEKTÖR		BAĞLANTI		SEMBOL
		GERİLİM		GERİLİM		
		PRİMER	SEKONDER	PRİMER	SEKONDER	
A0	A1					D <sub>do</sub>
A0	A2					Y <sub>yo</sub>
A0	A3					D <sub>zo</sub>
B6	B1					D <sub>bo</sub>
B6	B2					Y <sub>y6</sub>
B6	B3					D <sub>z6</sub>
C5	C1					D <sub>y5</sub>
C5	C2					Y <sub>d5</sub>
C5	C3					Y <sub>z5</sub>
D11	D1					D <sub>y11</sub>
D11	D2					Y <sub>d11</sub>
D11	D2					Y <sub>z11</sub>

Tablo 1: Üç fazlı trafoların bağlantı grup ve özellikleri cetveli

## Çalışma Soruları

1. Üç fazlı transformatörlerin yapısını açıklayınız.
2. Yıldız bağlantı özellikleri ve formüllerini açıklayarak bağlantı şekillerinin hepsini çiziniz.
3. Üçgen bağlantı özellikleri ve formüllerini açıklayarak bağlantı şekillerinin hepsini çiziniz.
4. Zigzag bağlantı özelliklerini açıklayarak bağlantı şekillerinin hepsini çiziniz.
5. Yd5 , Yy6 , Dy11 ne anlama gelir? Açıklayınız.
6. Bir 15 kVA, 2300/230 V transformatörde boşa çalışma ve kısa devre deneyleri yapılmıştır. Aşağıdaki deney verileri transformatörün primer tarafından alınmıştır.

Boşa Çalışma Deneyi	Kısa Devre Deneyi
$V_{OC} = 2300 \text{ V}$	$V_{SC} = 47 \text{ V}$
$I_{OC} = 0.21 \text{ A}$	$I_{SC} = 6.0 \text{ A}$
$P_{OC} = 50 \text{ W}$	$P_{SC} = 160 \text{ W}$

Buna göre;

- a) Yüksek gerilim tarafına göre bu transformatörün eşdeğer devresini bulunuz.
- b) Düşük gerilim tarafına göre bu transformatörün eşdeğer devresini bulunuz.
- c) 0.8 geri, 1.0 ve 0.8 ileri güç faktörlerinde tam yük gerilim regülasyonunu bulunuz.
- d) 0.8 geri, 1.0 ve 0.8 ileri güç faktörlerinde yüksüz durumdan tam yük durumuna ulaşıncaya kadar gerilim regülasyonunu hesaplayınız ve çiziniz.
- e) Transformatörün 0.8 geri güç faktöründe tam yükteki verimi nedir?

## Deneyin Yapılışı

Bir transformatörde primer gerilimi anma değerinde sabit tutulup, sekonderden anma yük akımı çekilirse, sekonder geriliminin boştaki değerine göre değiştiği görülür. Sekonderin boş ve tam yüklü durumundaki gerilimler arasındaki farka, gerilim regülasyonu denir.

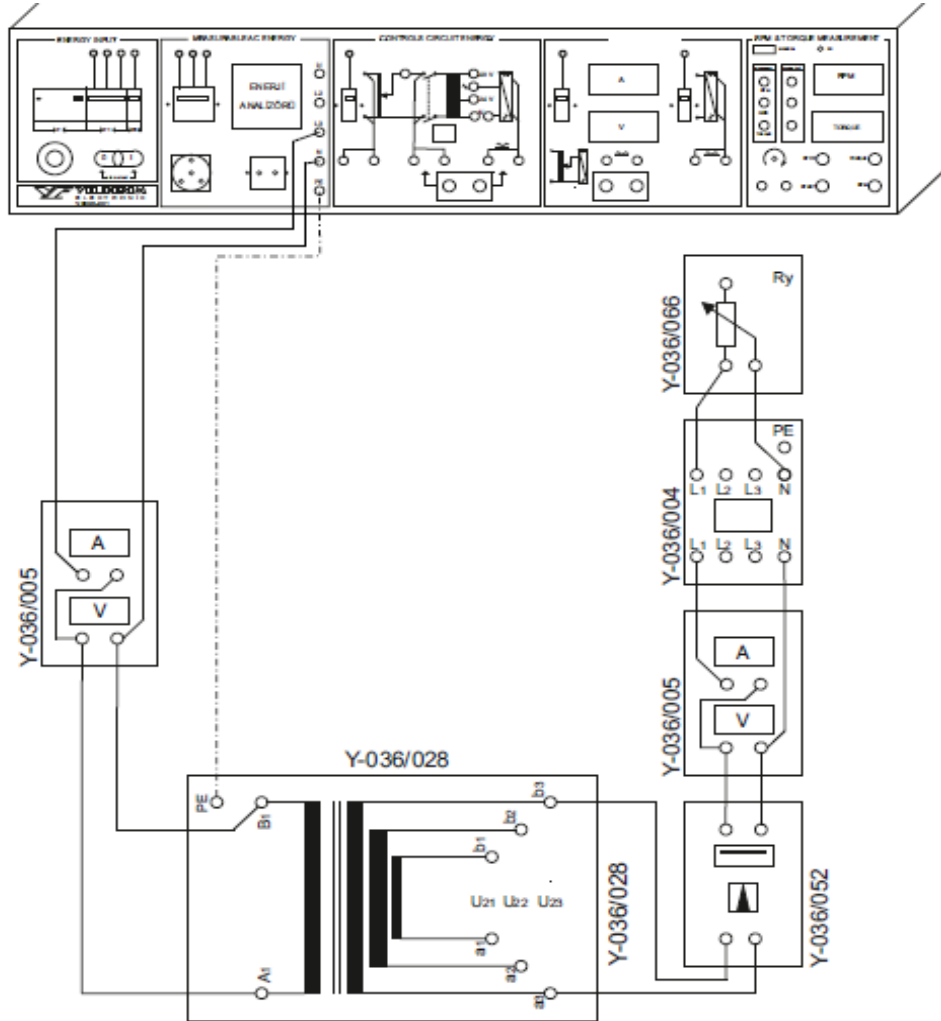
### Yükte Çalışma Deneyi:

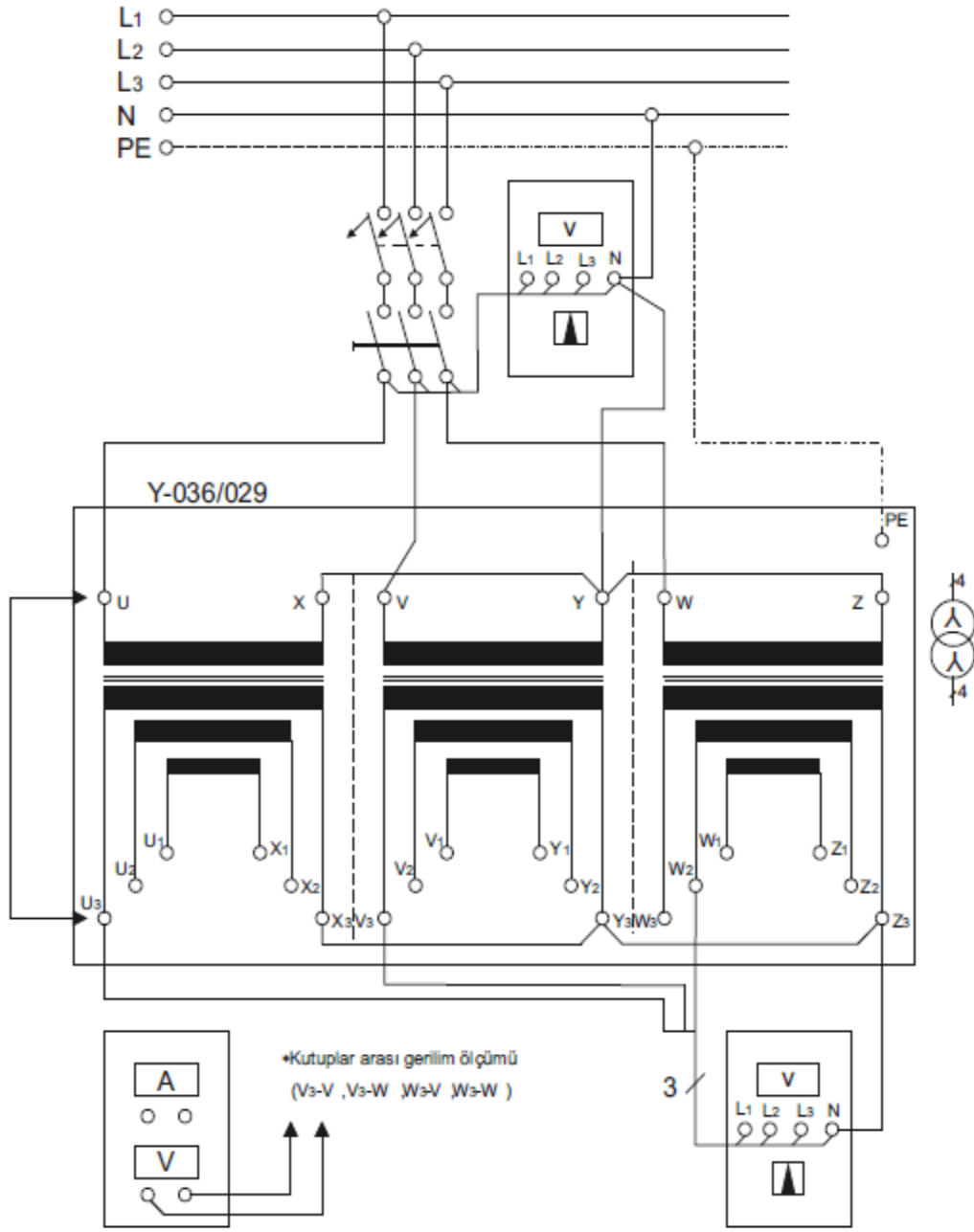
- a. Sekonder devrede yük yok iken transformatörün primer devresine nominal gerilimini uygulayınız. Bu konumda  $I_p$ ,  $U_p$ , değerlerini enerji analizörü ile gözlemleyip kaydediniz
- b. Ayarlı ( $R_y$ ) yük reostası ile kademe kademe transformatörü nominal gücüne, daha sonra 1,25 katına kadar yükleyiniz her konumda  $U_p$ ,  $I_p$ , primer devre enerji analizörü  $U_s$ ,  $I_s$  sekonder devre enerji analizörü parametre değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

$$\%Rg = \frac{\text{Boştaki } U_s - \text{Nominal yükte } U_s}{\text{Nominal yükte } U_s} \times 100$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

	Primer Devre			Sekonder Devre			Hesaplanan	
	$U_p$	$I_p$	$W_p$	$U_s$	$I_s$	$W_s$	Verim	Regülasyon
1								
2								
3								
4								
5								





Şekil 7: Üç fazlı trafonun bağlantı gruplarının bulunması devre bağlantı şeması

Pirimer			Sekonder			V <sub>3</sub> -V <sub>a</sub>	V <sub>3</sub> -W <sub>a</sub>	W <sub>3</sub> -V <sub>a</sub>	W <sub>3</sub> -W <sub>a</sub>	AÇIKLAMA
U	V	W	U <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>	W <sub>3</sub>					