

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK- ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**TAM KALIP SARIM
522EE0059**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. TAM KALIP SARIMIN SÖKÜLMESİ.....	3
1.1. Tam Kalıp Sarımın Statora Yerleşme Özellikleri	3
1.2. Tam Kalıp Sarımda Bobin Ölçüsü	3
1.3. Tam Kalıp Sarımı Sökme Yöntemi.....	4
UYGULAMA FAALİYETİ	5
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	6
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	8
2. TAM KALIP SARIMIN YAPILMASI.....	8
2.1. Tam Kalıp Sarım Şeması Çizim Tekniği	8
2.2. Tam Kalıp Sarımın Hesaplanması	10
2.3. Sarım Şemasının Çizilmesi	11
2.4. Tam Kalıp Sarımda Bobin Grupları.....	21
2.4.1. Bobin Gruplarının Hazırlanması.....	21
2.4.2. Bobin Gruplarının Bağlanması	21
2.4.3. Bobin Gruplarının Yerleştirilmesi	21
2.4.4. Bobin Gruplarının Stator İçinde Paralel Bağlanması	22
2.4.5. Bobin Gruplarının Stator Dışında Paralel Bağlanması	22
2.4.6. Tam Kalıp Sarımın Statora Yerleştirilme Yöntemi	24
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI.....	34
KAYNAKÇA	35

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0059
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bobinajcılık
MODÜLÜN ADI	Tam Kalıp Sarım
MODÜLÜN TANIMI	Tam kalıp sarımı yapılmış kolektörsüz motorun sargılarını sökmek, statorunu sarıma hazırlamak ve sargıları statora yerleştirmek öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Üç fazlı motor sarımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ve gerekli ekipman ile donatılmış atölye ortamında kolektörsüz motorun tam kalıp sarımını tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Stator sargılarının değerlerini alarak sökebileceksiniz. 2. Statoru sarıma hazırlayarak sarımını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Arızalı motor, ağaç tokmak, keski, çekiç, pürmüz, kimyasal madde, gerekli araç gereçle bobinaj atölyesi ortamında uygulama yapma.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde ve sonunda verilen öğretici sorularla edindiğiniz bilgileri pekiştirecek, uygulama örneklerini ve testleri gerekli süre içinde tamamlayarak etkili öğrenmeyi gerçekleştireceksiniz. Sırasıyla araştırma yaparak grup çalışmalarına katılarak ve en son aşamada alan öğretmenlerine danışarak ölçme ve değerlendirme uygulamalarını gerçekleştirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi beceriler ile elektrik motorlarının bakımı, onarımı tam kalıp sarım imalatına yönelik eğitim ve öğretimi olarak teknik eleman olacaksınız.

Teknik elemanlar hızlı sanayileşmenin ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmanın en önemli unsurudur. Hızlı ve sürekli üretim, teknik elemanların aynı dili kullanmaları ile sağlanır. Yapılan işin istenen özelliklerde olması, teknik elemanların devre tasarımı yapabilmeleri ve sarım şemalarını eksiksiz okuyabilmeleri ve bunu bire bir uygulamalarına bağlıdır. Teknolojiyi en üst düzeyde kullanmalı ve kullanmaktan da korkmamalıyız.

Motor sarımı şu an sanayide önemli yer almaktadır. Tam kalıp sarım adım kısaltmaya elverişli olması sebebiyle daha ekonomiktir. Bu yüzden çoğunlukla kullanılmaktadır.

Bu modül ile endüstri alanında istihdam edilecek bütün personelin, teknik ve modüler eğitimi tamamlanmış olmaktadır. Bu tür eğitim materyalleri, sizlere bu alanda büyük avantaj sağlayacaktır.

Modülün sizlere gerekli bilgiyi sunacağını biliyor, başarılar diliyorum.



Resim: Sarımda kullanılan iletken

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Tam kalıp sarım yaparken stator sargılarının değerlerini alarak sökebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Tam kalıp sarımı yapılmış arızalı bir elektrik makinesinin sökümünü inceleyiniz. Gerekli notları alınız.
- Tam kalıp sarım hangi elektrik makinelerine uygulanır? Araştırınız.

1. TAM KALIP SARIMIN SÖKÜLMESİ

1.1. Tam Kalıp Sarımın Statora Yerleşme Özellikleri

- Tam Amerikan veya Tam gabare sarım da denilen tam kalıp sarımda statorun bir oyuğunda iki bobin kenarı vardır.
- Bu iki bobin kenarı aynı faza ait olabileceği gibi ayrı fazlara da ait olabilir. Bu nedenle iki tabakalı sargıdır. Diğer bir ifadeyle oyuk sayısı bobin sayısına eşittir.
- Bobinlerin statora yerleştirilmesi giriş kenarları üstte çıkış kenarları altta olacak şekildedir. Bir fazın bobinleri çıkış çıkışa, giriş girişe bağlanır.

1.2. Tam Kalıp Sarımda Bobin Ölçüsü

Tam kalıp sarılmış motorun sökülmesi sırasında ilk önce oyuk adımı (Yx) belirlenir. Daha sonra bobin sayısı, sipir sayısı, bobin iletkeninin çapı, kullanılacak iletkenin cinsi, sarımın yönü tespit edilerek sarım etiketine kaydedilir.



Resim 1.1: Asenkron motorun söküm aşaması

1.3. Tam Kalıp Sarımı Sökme Yöntemi

Sargılarından dolayı arızalanmış bir statorun sargıları sökülmeden önce bazı teknik işlerin yapılması gerekir.

Öncelikle sargıların sağlam olup olmadığı kontrol edilip, yıldız ve üçgen köprüleri sökülecek, ölçü aleti yardımıyla ölçümler yapılacaktır. Ölçümler öncelikle; sargıların kopukluk kontrolü, sargıların gövdeye kaçak kontrolü ve sargıların kısa devre kontrolü olmak üzere kontrol aşaması olarak sınıflandırılabilir.

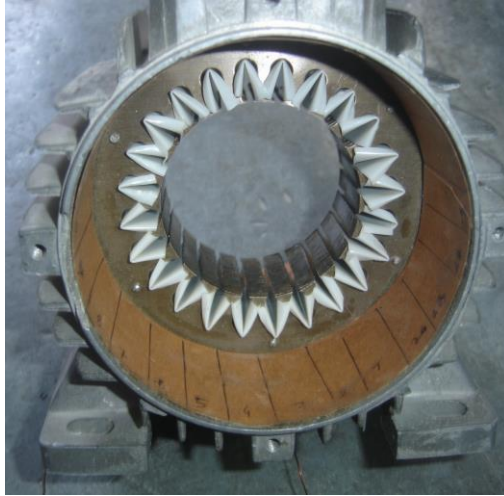
Daha sonraki aşamada ise; bobinlerin sökülme aşamasına geçilir. Bobinler vernik, yanmadan dolayı çok sert olacağından ağaç tokmak yardımıyla bobinlere yavaş yavaş vurularak, gerekirse pürmüz de kullanılarak sargılar iyice ısıtılır. Yumuşadıktan sonra bobinler oyuktan çekilerek çıkartılır.

Sargılar sökülürken bir bobin grubunun bir tarafı tamamen sipir sayısına zarar vermeden çıkartılır. Her bobinin sipirleri sayılır, tam kalıp sarımımızda bir olukta iki bobin kenarı olduğu unutulmamalı ve her kenarın sipir sayısı etikete kaydedilmelidir.

İletkenin emayesi yakılarak yok edilir ve iletkenin çapı gerekli ölçüm yapılarak etikete yazılır.

Statorun sökülen sargılar tartılır ve etikete yazılır. Statorun boyu, iç çapı, bobin sayısı etikete yazılır.

En son aşamada ise; stator oyukları tel fırça kullanılarak güzelce temizlenir. Eski presbantların bir tanesi iyice açılır, ölçüsü alınır, oyuk sayısı kadar yeni presbant hazırlanır ve oyuk içine yerleştirilir. Presbantla yalıtılır ve böylece sarıma geçilmiş olur.



Resim 1.2: Oyuklara presbant yerleştirilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama: $X= 24$, $2P= 2$, $m = 3$ Üç fazlı asenkron motorun sargılarının sökme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Sarım tipini belirleyiniz.➤ Bağlantı çeşidini belirleyiniz.➤ Oluk kapatma presbantlarını veya kavelalarını çıkartınız.➤ Sargının adını belirleyiniz.➤ Tel çapını ölçünüz.➤ Sargı verniklerini yumuşatınız.➤ Tüm sargıları kesiniz.➤ Sipiri sayınız.➤ Sargıları oluklardan çıkartınız.➤ Bobin ölçüsünü alınız.➤ Oyuk presbantlarını çıkartınız.➤ Presbant ölçüsünü alınız.➤ Stator oyuklarını temizleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Statora yerleşme özelliklerinden faydalanınız➤ Yanmış telin emayesi temizlenerek ölçüm yapılmalı➤ Yumuşatma işlemi tokmak, pürmüz ya da kimyasallar kullanılabilir.➤ Demir testeresi kullanılabilir.➤ Dikkatli olmak gerekir.➤ Çektirme ya da cerskal kullanılabilir.➤ Bir tanesi sağlam olarak çıkartılmalı➤ Sağlam çıkmış presbanttan faydalanılabilir.➤ Tel fırça kullanılabilir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin boş bırakılan kısımlarına uygun kelimeleri yazınız.

1. Tam kalıp sarımda statorun bir oyuğunda kenarı vardır.
2. Yanmış sargıları sökmek için gerekirse ile yakılarak sargılar yumuşatılır.
3. Telin çapını ölçmek için kullanılır.
4. Stator oluklarını temizlerken kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerin baş kısımlarında bırakılan boşluklara, cümleler doğru ise D ve yanlış ise Y harflerini yazınız.

5. () Telin çapını doğru ölçmek için emayesinin yakılarak temizlenmesi gerekir.
6. () Tam kalıp sarımda statorun bir oyuğunda üç bobin kenarı vardır.
7. () Tam kalıp sarımda oyuk sayısı bobin sayısına eşittir.
8. () Tam kalıp sarım sökülürken sipir sayısının sayılmasına gerek **yoktur**.
9. () Stator dan sökülen sargıların uzunluğu ölçülüp etiketine yazılmalıdır.
10. () Stator dan sökülen sargıların yönünün etikete kaydedilmesi gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Tüm sorularınız doğru cevaplanınca diğer öğrenme faaliyetine öğretmeniniz rehberliğinde geçebilirsiniz.

Bu faaliyetteki konular ilginizi çekiyor, konuların yeteneklerinize, değerlerinize ve ihtiyaçlarınıza uygun olduğunu düşünüyorsanız, eksiklerinizi faaliyete dönerek, araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçmeyi başardınız.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda hazırlanan değerlendirme ölçeğine göre kendiniz ya da arkadaşınızın yaptığı çalışmayı değerlendiriniz. Gerçekleşme düzeyine göre “Evet / Hayır” seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

Değerlendirme sonucunda eksik olduğunuzu tespit ettiğiniz konuları tekrar ederek eksiklerinizi tamamlayınız

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?		
3	Güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
4	Araç-gereç yanınızda mı?		
5	Sargıların kopukluk kontrolünü yaptınız mı?		
6	Sargıların gövdeye kaçak kontrolünü yaptınız mı?		
7	Sargıların kısa devre kontrolünü yaptınız mı?		
8	Her bobinin sipirini saydınız mı?		
9	İletkenin çapını mikrometre ile ölçtünüz mü?		
10	Ağaç tokmak yardımıyla sökmeye başladınız mı?		
11	Pürmüzü kullanmak gerekiyor mu?		
12	Sökülen sargıları tarttınız mı?		
13	Statorun boyu, iç çapını ölçtünüz mü?		
14	Gerekli ölçümleri etikete yazdınız mı?		
15	Stator içini temizlediniz mi?		
16	Çıkarılan presbantlar kullandınız mı?		
17	Statorun yalıtımı tamamlandınız mı?		
18	Stator sarıma hazır mı?		

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Tam kalıp sarım sarılacak statorun sarımı için gerekli sarım hesaplamaları yaparak sarım şemasını çizebilecek ve tam kalıp sarımda bobin gruplarını hazırlayabileceksiniz.

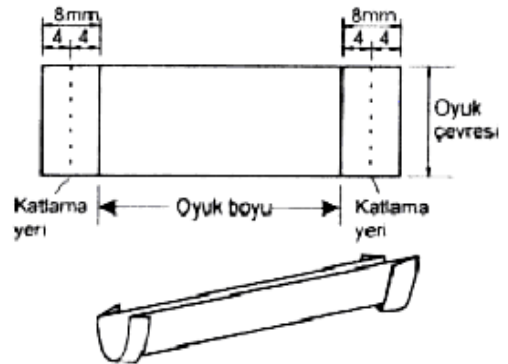
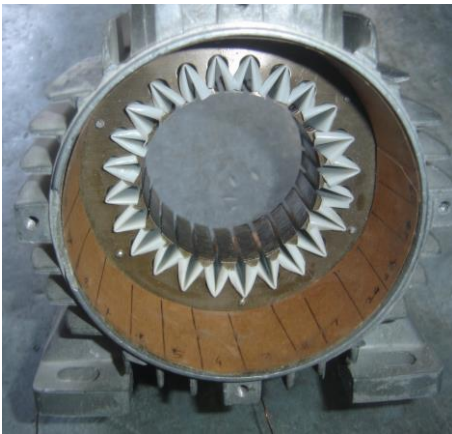
ARAŞTIRMA

- Tam kalıp sarımı yapılmış bir elektrik makinesini inceleyiniz.
- Motorlarda stator yalıtımı yapılmısa neler olurdu? Araştırınız.
- Presbant kesebilme, şekil verebilme yöntemlerini araştırarak uygulama becerisi kazanınız.

2. TAM KALIP SARIMIN YAPILMASI

2.1. Tam Kalıp Sarım Şeması Çizim Tekniği

- Stator içine yerleştirilecek presbantın ölçüsü alınır.
- Alınan ölçüde kesilir.
- Kesilmiş presbant oyuklara yerleştirilir. (Resim2.1’de görüldüğü gibi.)



Resim 2.1: Boş olan oyuklara presbant yerleştirilmesi ve presbant ölçüsü alınması

Stator sarımı için yalıtma işlemi tamamlandıktan sonra yapılması gereken ise; stator sarım şeması çiziminde kullanılacak olan tanımları, terimleri ve formüllerini vermeye geldi.

➤ Tanımlar

Oyuk Sayısı (X) : Statorun iç kısmında manyetik döner alanın meydana gelmesi için iletkenlerin yerleştirildiği oyuktur.

Tek Kutup Sayısı (2p) : Genellikle hesaplamalar yapılırken kutup sayısı denildiğinde tek kutup sayısı kullanılır. Bir motorda bulunan endüktör sayısı olarak da tanımlanır.

Çift Kutup Sayısı (p) : Motorun statorunda meydana gelen kutupları NS- SN diye çift sayıldığında bulunan kutup sayısıdır.

Faz Sayısı (m) : Statora yerleştirilecek sargının kaç fazlı sarılacağını belirtir. 3 fazlı olduğundan m=3 olarak hesaplamalarda kullanılır.

Renk Sayısı (C) : Kutupta faz başına düşen oyuk sayısı (renk sayısı)

Elektriki Açığı (α) : Stator oyuklarından iki bitişik veya komşu oyuklar arasındaki açıdır.

Oyuk Adımı (Y_x) : Bobinin iki kenarının hangi oyuklara yerleşeceğini gösterir

➤ Semboller

x : Oyuk sayısı

2P : Tek kutup sayısı

P : Çift kutup sayısı

C : Renk sayısı

m : Faz sayısı

α : Elektriki açığı

Y_x : Oyuk adımı

➤ Formüller

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{2P} \text{ (Normal Adımlı)}$$

$$Y_x = \frac{X}{2P} - q \text{ (Kısa Adımlı)}$$

$$Y_x = \frac{X}{2P} + q \text{ (Uzun Adımlı)}$$

Elektriki açığı:

$$\alpha = \frac{360 \cdot P}{X} \text{ veya } \alpha = \frac{180 \cdot 2P}{X}$$

Renk sayısı:

$$C = \frac{X}{2P \cdot m}$$

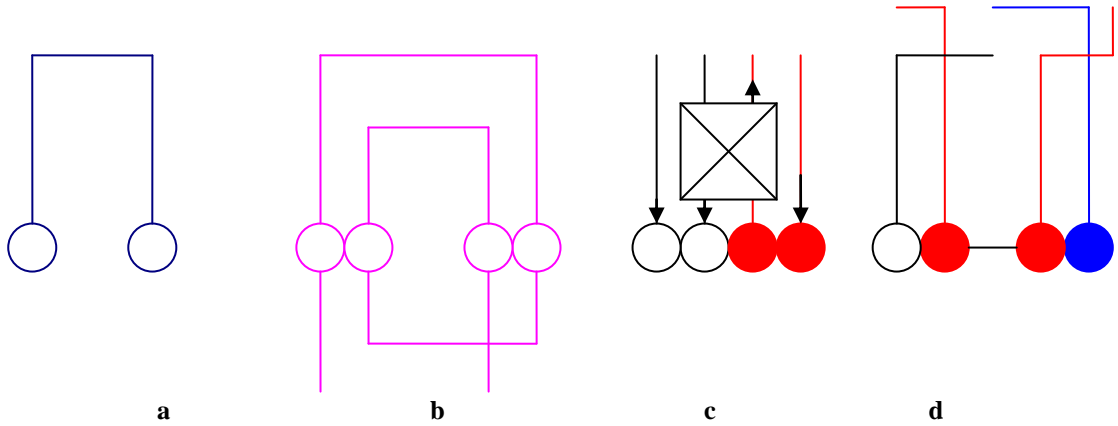
➤ **Terimler**

Bobin: Birbirlerine seri olarak bağlanmış iletkenlerin bir araya gelmesiyle oluşmuştur.

Bobin Grubu: Birden fazla bobinin bir araya gelmesiyle oluşmuş, birbirlerine seri bağlanmış iletken demetlerine bobin grubu denir.

Kör Oluk: Bir oyuktaki bobinlerden geçen akımların yönlerinin birbirine zıt olması durumudur. Motorun çalışmasına bir faydası yoktur.

Kırık Bobin: Sarımda giriş ve çıkış kenarları vardır. Giriş kenarının birinci katta, çıkış kenarının ikinci katta olması durumudur.



Şekil 2.1: a) Bobin b) Bobin grubu c) Kör oluk d) Kırık bobin

2.2. Tam Kalıp Sarımın Hesaplanması

ÖRNEK: $X=24$, $2p = 2$, $m= 3$ verilen stator değerlerine göre hesaplamaları yapalım.

$$\begin{aligned} Y_x &= \frac{X}{2P} & C &= \frac{X}{2P.m} & \alpha &= \frac{360.P}{X} \\ Y_x &= \frac{24}{2} & C &= \frac{24}{2.3} & \alpha &= \frac{360.1}{24} \\ Y_x &= 12(1-13) & C &= 4 & \alpha &= 15^\circ \end{aligned}$$

Bulunan hesaplamalara göre sarım şeması çizimi yapılmaktadır. Hesaplamaları doğru yapmalıyız.

➤ **Sarım Şeması Çiziminde Dikkat Edilecek Hususlar Şunlardır:**

Çizimde kolaylık olması için renk sayısına göre oluklar çizilirken üç renk kalem kullanılacaktır.

R fazını gösteren oyuk ve bobin rengi



S fazını gösteren oyuk ve bobin rengi



T fazını gösteren oyuk ve bobin rengi



Şekil 2.2: Faz renkleri

- Aynı faza ait bobin grupları arasındaki elektriki açı 180° 'dir.
- Üç fazlı sargılarda, faz girişleri bir renk atlanarak ya da oyuklar üzerinde 120° elektriki açı ile belirlenerek ikinci fazın girişi yapılır. Aynı şekilde üçüncü fazın yeri de belirlenir.
- Sarım şeması çizilirken genellikle bobinlerin alt kısımları şemanın daha anlaşılır olması için gösterilmez.

2.3. Sarım Şemasının Çizilmesi

ÖRNEK 1: $X=12$, $2p=2$, $m=3$ değerleri veriliyor.

- Öncelikle sarım şemasının çizimi için verilen değerlere göre statorun tam kalıp sarım şeması için gerekli hesaplamalar yapılır.

$$C = X / 2p \cdot m$$

$$Y_x = x / 2p$$

$$\alpha = 360 \cdot p / x$$

$$C = 12 / 2 \cdot 3$$

$$Y_x = 12 / 2$$

$$\alpha = 360 \cdot 1 / 12$$

$$C = 2 \text{ (Renk sayısı)}$$

$$Y_x = 6 \text{ (1-7) (Oyuk adımı)}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

- $X=12$ olduğundan 12 tane daire çizilir. Sarım şemasında oyuklar birer daire ile gösterilir. (Şekil 2,3)



Şekil 2.3

- Daireler, ortalarından çizilen bir çizgi ile ikiye bölünür. (Şekil 2,4)



Şekil 2.4

- C değerine göre önce üst yarım daireler sırası ile renklendirilir. C (renk sayısı) 2 çıktığından ikişer ikişer boyanacaktır. (Şekil 2,5)



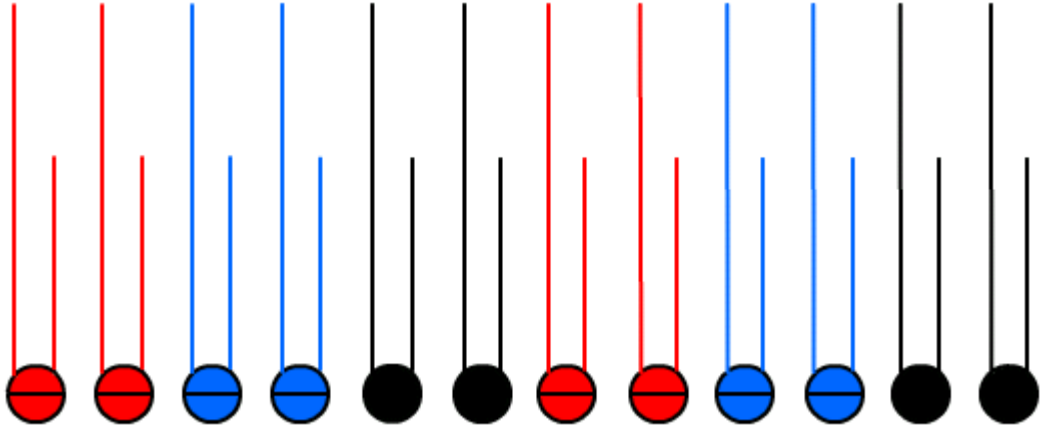
Şekil 2.5

- Y_x değeri kadar atlandıktan sonra, alt yarım daireler de renklendirilir.(Şekil 2,6)



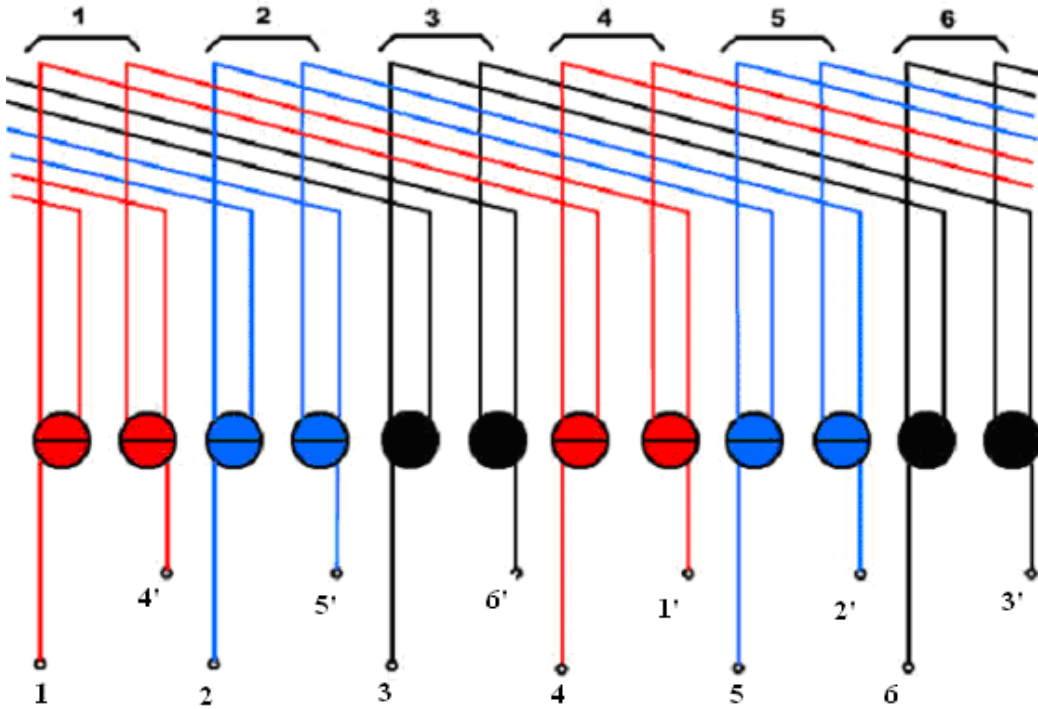
Şekil 2.6

- Giriş kenarlarını simgeleyen uzun çizgiler dairenin sol tarafına üst yarım dairenin renginde, çıkış kenarlarını simgeleyen kısa çizgiler dairenin sağ tarafına, alt yarım dairenin renginde çizilir.
- Hesaplanan C değerine göre bobinlerin giriş kenarı olan uzun çizgiler çizilir
- Renk sayısı $C=2$ çıktığından uzun çizgiler ikişer ikişer renklendirilir.
- Y_x değerine göre bobinlerin çıkış kenarı olan kısa çizgiler yine c değerine göre renklendirilir.($Y_x=6$ (1- 7) olduğundan 7.oyuktan başlanır.)(Şekil 2,7)



Şekil 2.7

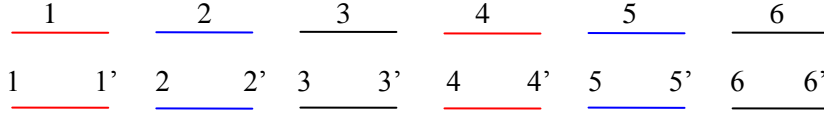
- Bobinlerin giriş ve çıkış kenarları birleştirilir. (Örneğin; 1.oyuktaki uzun çizgi ile 7.oyuktaki kısa çizgi birleştirilir) Bobin gruplarının üst kısmı oluşturulur. Bobin giriş ucu sol tarafa uzun çizgi ile çizilir ve rakam verilir. Çıkış ucu ise sağ tarafa kısa çizgi ile çizilir ve üslü rakamlarla belirtilir. (Şekil 2.8)



Şekil 2.8: $X=12$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması

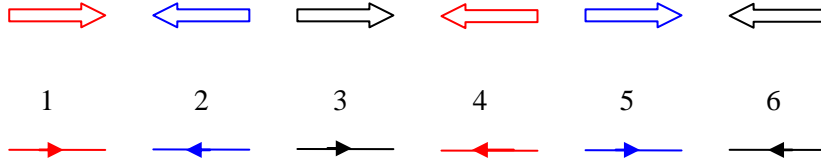
- Bu aşamada ise bobinler arası uç bağlantı ve kutuplandırma yapmamız gerekiyor. Sırasıyla aşağıdakileri uygulayalım;

- Çizilen sarım şemasının altına aynı renk kısa çizgiler çizilir. Her çizgi bir bobin grubunu gösterir. Giriş uçları sol tarafta, çıkış uçları ise sağ tarafta gösterilmektedir. (Şekil 2.9)



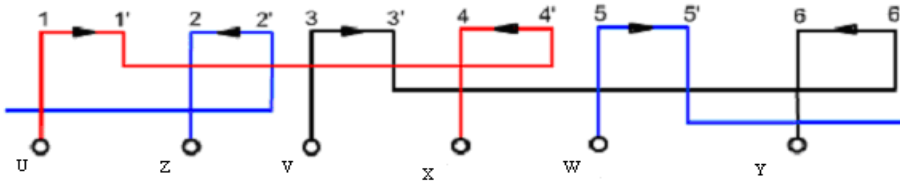
Şekil 2.9

- Oklandırma yapılırken bir düz bir ters şeklinde yapılır. Şekil 2.10



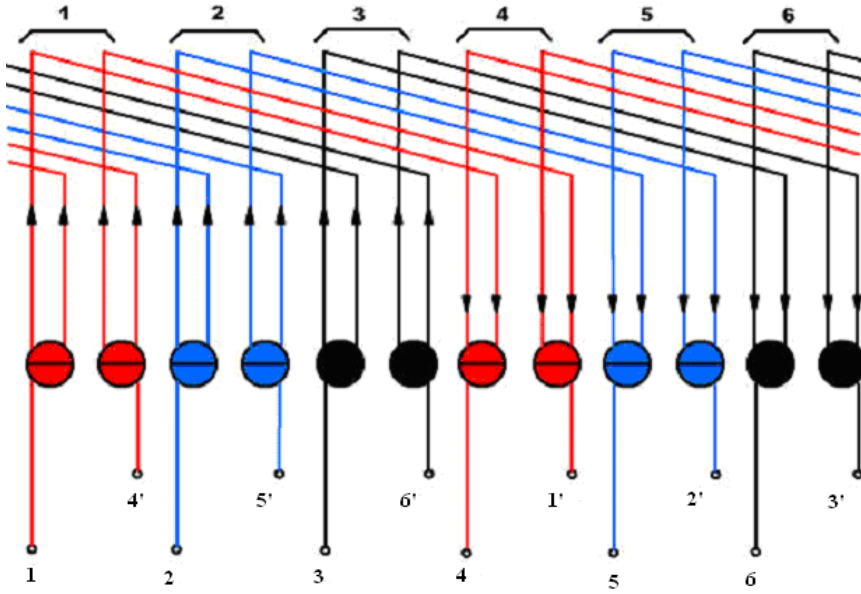
Şekil 2.10

- Aynı faza ait bobin grupları ok yönünde takip edilir ve alt kısımda birleştirilir. İkinci faz girişi ise; oyuklar birinci faza ait bobin grubunun girişinden sayılarak 120° elektriki açı ile belirlenerek ikinci fazın girişi bulunur. Ya da bir renk atlanarak ikinci faz girişi tespit edilir. Üçüncü faz da aynı şekilde belirlenir ve bağlantısı tamamlanmış olur.
- Girişi simgeleyen uzun çizgilerin ucuna U-V-W, çıkışı simgeleyen kısa çizgilerin ucuna Z-X-Y adları verilir.



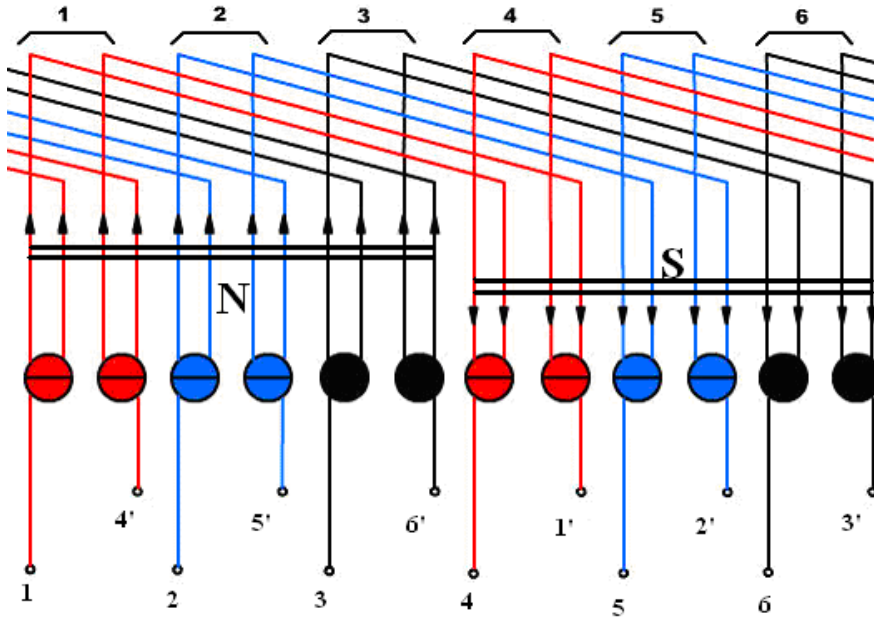
Şekil 2.11: $X=12$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım giriş-çıkış alt bağlantısı

- Oklandırma yöntemine göre Şema 2.11'e göre kutuplandırma (oklandırma) yapılır. Okun giriş yönü, sarım şemasında yukarıya doğru, okun çıkış yönü ise şemada aşağıya doğru çizilir.



Şekil 2.12: $X=12$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması oklandırma yapılması

- Burada da yine fazlardan ikisi (U ve V) düz, birisi (W) ters oklandırılarak kutuplaşmanın düzgün olması sağlanır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13: $X=12$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması kutuplandırma yapılması

- Girişlere U-V-W, çıkışlara X-Y-Z yazılarak sarım şeması bitirilir. Sarıma geçilebilir.

- Konumuzu daha iyi anlamak için örnek sarım şeması çizimlerine devam edelim.
- Bundan sonraki sarım şemalarında sadece hesaplamalar ve sarım şemasının en son hali tamamen çizilecektir.

ÖRNEK 2: $X=18$, $2p=2$, $m=3$ değerleri veriliyor.

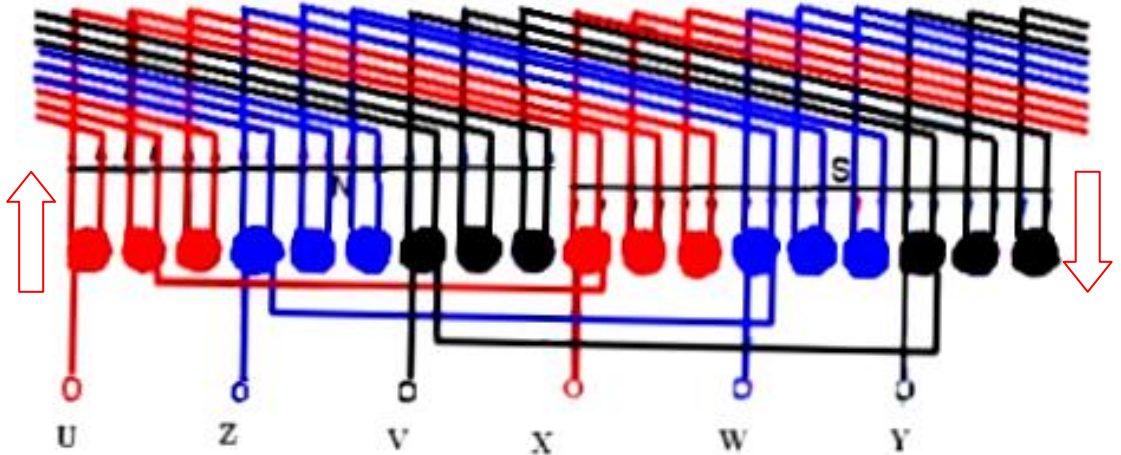
- Öncelikle sarım şemasının çizimi için verilen değerlere göre tam kalıp eşit adımlı sarım şeması için gerekli hesaplamalar yapılır.

$$C = X / 2p.m \quad Y_x = x / 2p \quad \alpha = 360. p / x$$

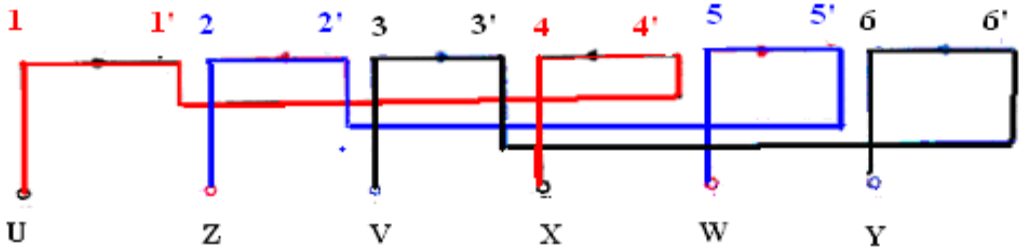
$$C = 18 / 2.3 \quad Y_x = 18 / 2 \quad \alpha = 360.1 / 18$$

$$C = 3 \text{ (Renk sayısı)} \quad Y_x = 9(1-10) \text{ (Oyuk adımı)} \quad \alpha = 20^\circ$$

- $x=18$ olduğundan 18 adet daire çizilir. Daha sonraki aşamaları bir önceki örnekteki gibi yapınız. Bu sefer alt kısımdan numaralandırma yapılmıştır. Şimdi doğrudan açık sarım şemasının çizimini yapalım.



Şekil 2.14: $X=18$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması



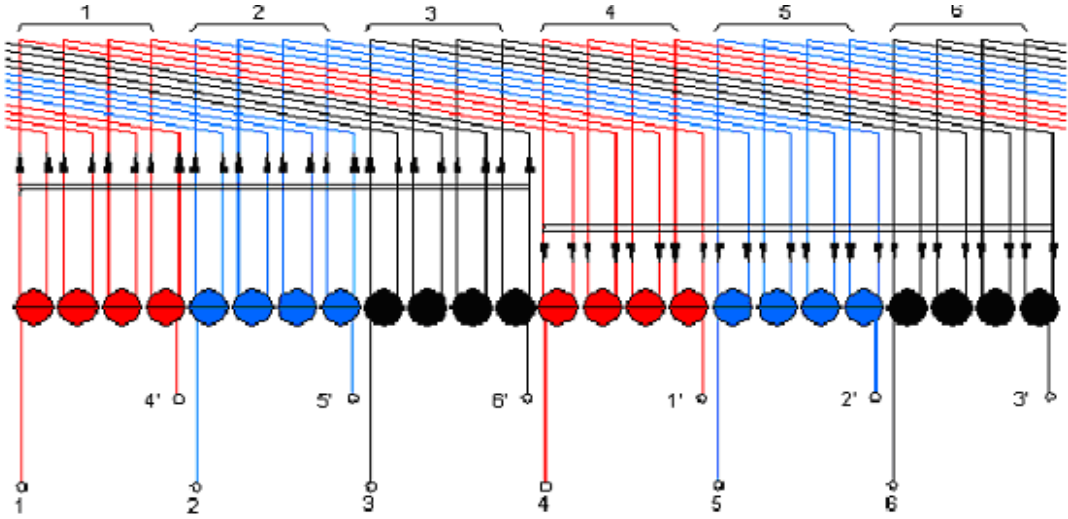
Şekil 2.15: $X=18$, $2p=2$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması alt bağlantısı

ÖRNEK 3: $X=24$, $2p=2$, $m=3$ değerleri veriliyor.

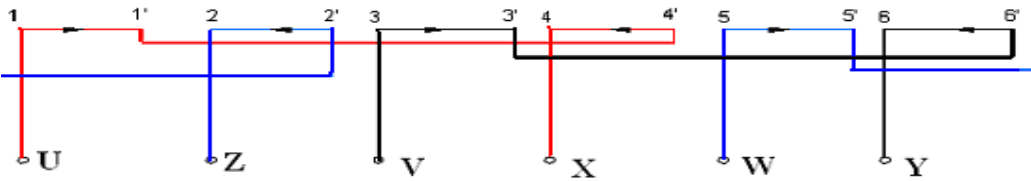
• Öncelikle sarım şemasının çizimi için verilen değerlere göre gerekli hesaplamalar yapılır. Burada eşit adımlı sarım için hesaplamalar ve çizim yapılacaktır.

$$\begin{array}{lll} C = X / 2p.m & Y_x = x / 2p & \alpha = 360. p / x \\ C = 24 / 2.3 & Y_x = 24 / 2 & \alpha = 360.1 / 24 \\ C = 4 \text{ (Renk sayısı)} & Y_x = 12(1-13) \text{ (Oyuk adımı)} & \alpha = 15^\circ \end{array}$$

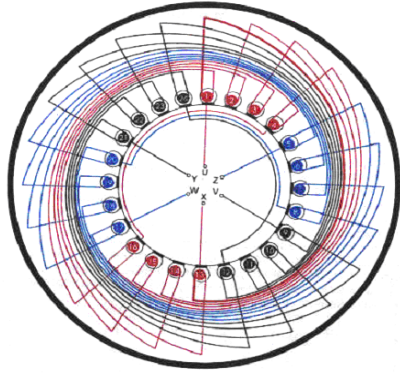
$x=24$ olduğundan 24 adet numaralandırılmış daire çizilir. Daha sonraki aşamaları bir önceki örnekteki gibi yapınız. Şimdi doğrudan açık sarım şemasını çizelim.



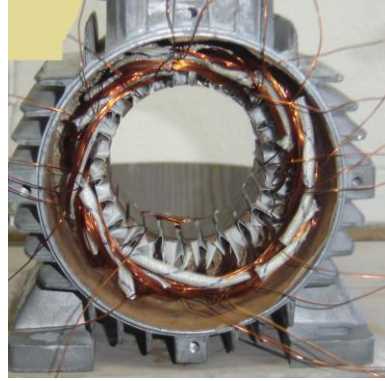
Şekil 2.16: $X=24$, $2p=2$, $m=3$ Eşit adımlı tam kalıp sarım şeması



Şekil 2.9: $X=34$, $2p=2$, $m=3$ Eşit adımlı tam kalıp sarım giriş-çıkış alt bağlantısı



Şekil 2.17: Sarımın stator içi görünüşü



Resim 2.2: Stator içi görünüşü

ÖRNEK 4: $X=24$, $2p=4$, $m=3$ değerleri veriliyor.

- Öncelikle sarım şemasının çizimi için verilen değerlere göre gerekli hesaplamalar yapılır. Burada eşit adımlı sarım için hesaplamalar ve çizim yapılacaktır.

$$C = X / 2p \cdot m$$

$$Y_x = x / 2p$$

$$\alpha = 360 \cdot p / x$$

$$C = 24 / 4 \cdot 3$$

$$Y_x = 24 / 4$$

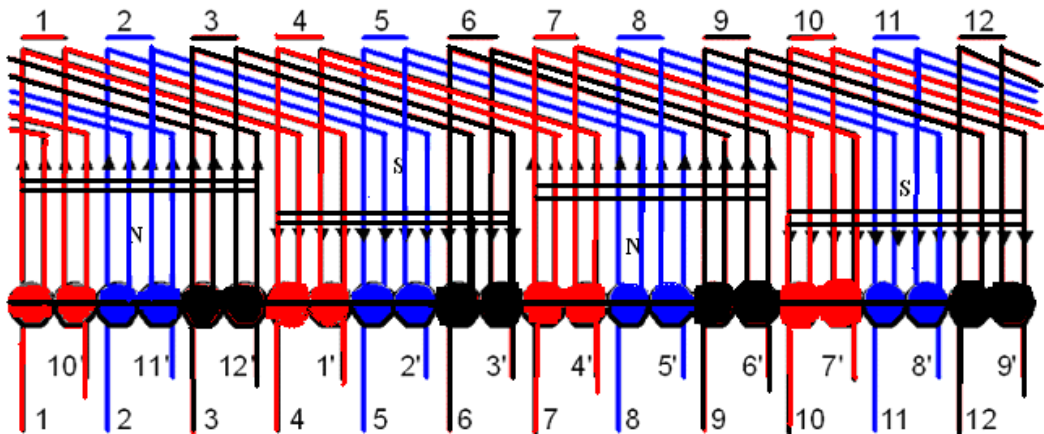
$$\alpha = 360 \cdot 2 / 24$$

$$C = 2 \text{ (Renk sayısı)}$$

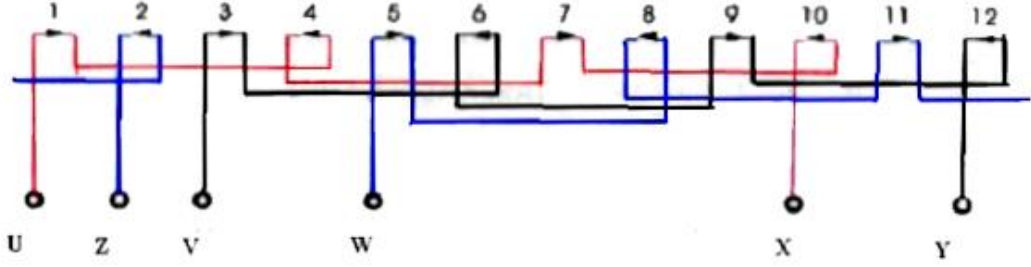
$$Y_x = 6 \text{ (1-7) (Oyuk adımı)}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

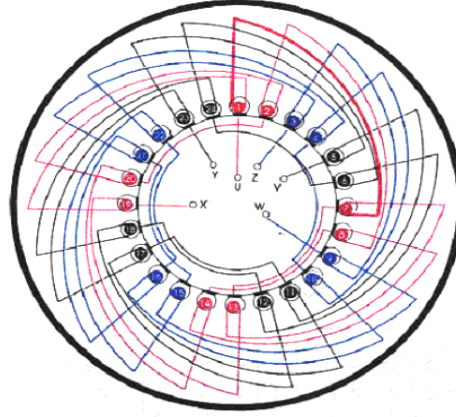
$x=24$ olduğundan 24 adet numaralandırılmış daire çizilir. Daha sonraki aşamaları bir önceki örnekte olduğu gibi yapınız. Şimdi doğrudan açık sarım şemasını çizelim.



Şekil 2.18: $X=24$, $2p=4$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması



Şekil 2.19: $X=24$, $2p=4$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması giriş-çıkış alt bağlantısı



Şekil 2.20: $X=24$, $2p=4$, $m=3$ Tam kalıp sarımın stator içi görünüşü

ÖRNEK 5: $X=36$, $2p=6$, $m=3$ değerleri veriliyor.

➤ Öncelikle sarım şemasının çizimi için verilen değerlere göre gerekli hesaplamalar yapılır.

$$C = X / 2p.m$$

$$C = 36 / 6.3$$

$$C = 2 \text{ (Renk sayısı)}$$

$$Y_x = x / 2p$$

$$Y_x = 36 / 6$$

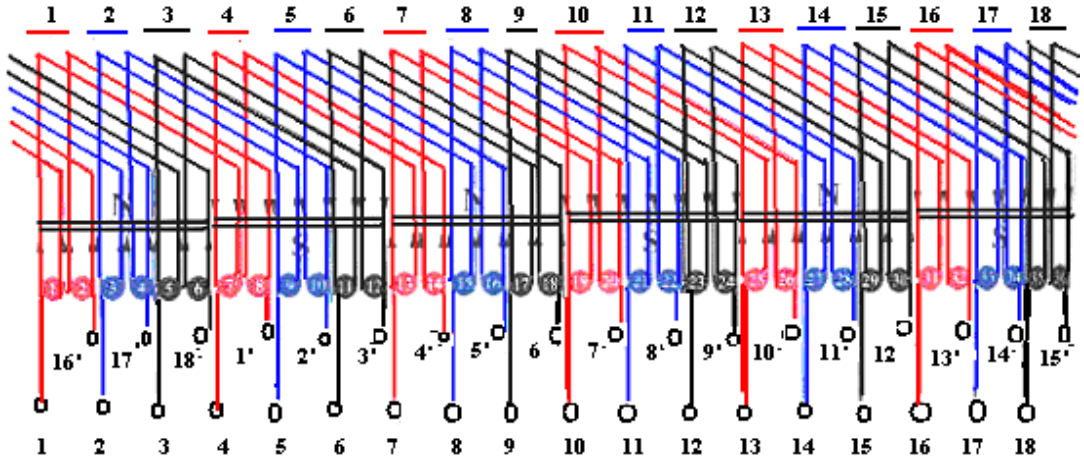
$$Y_x = 6(1-7) \text{ (Oyuk adımı)}$$

$$\alpha = 360. p / x$$

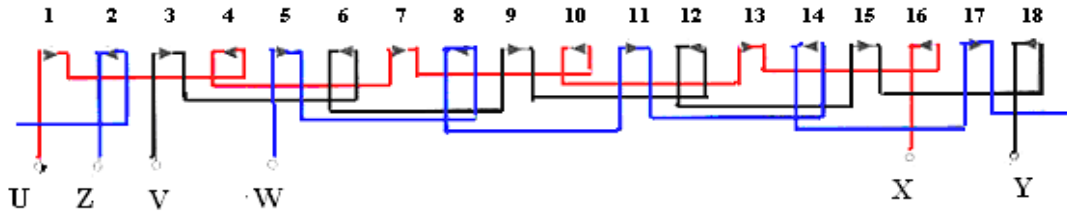
$$\alpha = 360.3 / 36$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$x=36$ olduğundan 36 adet numaralandırılmış daireler çizilir. Daha sonraki aşamaları bir önceki örnekteki gibi yapınız. Şimdi doğrudan açık sarım şemasını çizelim.



Şekil 2.21: $X=36$, $2p=6$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması



Şekil 2.22: $X=36$, $2p=6$, $m=3$ Tam kalıp sarım şeması giriş-çıkış alt bağlantısı

- Sarımlarda pratik kazanmak için değerler tablo olarak verilir ve kontrol ederek yapmamız sağlanmış olur. (Tablo 2,1)

2 kutuplu tam kalıp sarımların oyuk ve renk sayıları tablosudur.			
X	2P	C	Y_x (DEĞİŞKEN ADIMLI)
12	2	2	1-6-8
24	2	4	1-10-12-14-16
36	2	6	1-14-16-18-20-22-24
48	2	8	1-18-20-22-24-26-28-30-32
4 kutuplu tam kalıp sarımların oyuk ve renk sayıları tablosudur.			
12	4	1	1-4
36	4	3	1-6-8-12
48	4	4	1-8-10-12-14-16
6 kutuplu tam kalıp sarımların oyuk ve renk sayıları tablosudur.			
18	6	1	1-4
36	6	2	1-4-6
54	6	3	1-8-10-12

Tablo 2.1: Standart değerler

2.4. Tam Kalıp Sarımda Bobin Grupları

Bobin Grubu= Faz sayısı x Tek kutup sayısı

Bobin Grubu= $m \times 2P$ formülüyle bulunabilir.

ÖRNEK: $X= 36$, $2P= 2$, $m= 3$ Bu sarım şemasında bulunması gereken bobin grubunu hesaplayalım.

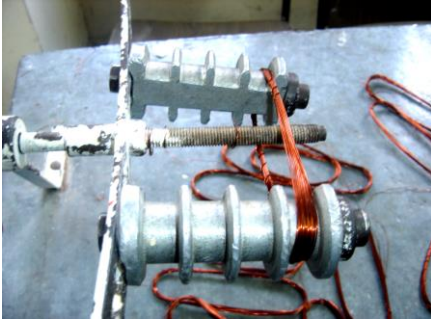
Bobin Grubu= $m * 2P$

Bobin Grubu= $3 * 2$

Bobin Grubu= 6 tane bobin grubu olmalıdır.

2.4.1. Bobin Gruplarının Hazırlanması

Tam kalıp sarımın hesaplaması yapıldıktan sonra, sarım aşamasında bobinlerin gruplandırması önem kazanmaktadır. Sarım bu gruplandırmaya göre yapılır.



Resim 2.3: Bobin el sarım çıkışı



Resim 2.4: Bobin grupları

2.4.2. Bobin Gruplarının Bağlanması

Üç fazlı asenkron motor stator sargıları hem seri hem de paralel olarak birbirlerine bağlanırlar. Seri bağlantıları çoğunlukla stator içinde yapılmaktadır. Paralel bağlantı ise stator içinde ve stator dışında olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Stator dışında bağlantı yapılan yer klemens kutusudur.

2.4.3. Bobin Gruplarının Yerleştirilmesi

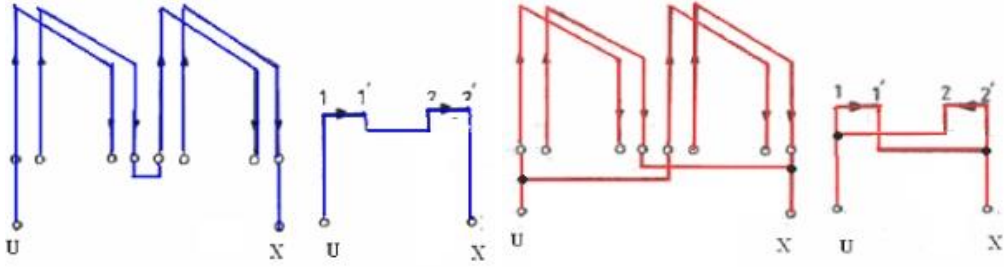
Önce bir taraftaki bobin kenarı oyuk içerisine yerleştirilir ve oyuk presbantı ile üzeri kapatılır. Daha sonra bobin üzerine dağılmasını diye bağladığımız tel ya da ip yavaşça sökülür. Diğer taraf oyuk adımına göre oyuk içerisine yerleştirilir ve yine oyuk kapatma presbantı ile üzeri kapatılır. Yerleştirilen bobin, stator içine elle ya da plastik çekiçle şekil verilerek tam yerine girmesi sağlanır. Eğer birinci bobin grubumuzun ölçüsü tam olmuşsa sarım ve yerleştirme işlemlerine devam edilir. Yanlış olmuşsa yeniden ölçü alınır, kalıplar ayarlanır ve ona göre sarım tekrarlanır.

2.4.4. Bobin Gruplarının Stator İçinde Paralel Bağlanması

Bobin gruplarının stator içinde paralel bağlanmasıyla girişlerin bir noktada, çıkışların da bir noktada toplandığı durumdur. Bir giriş bir de çıkış ucu olmak üzere bağlantı kutusunda iki uç vardır.

Zaten bobin gruplarının paralel bağlanmasındaki amaç; girişleri bir noktada toplamak, çıkışları bir noktada toplamak ve kaç adet olursa olsun sonuçta dışarıya iki uç çıkarmaktır. Paralel bağlama sırasında bobin gruplarının akım yönleri çok önemlidir. Eğer akım yönleri ters olursa kutuplaşma bozulur bu da istenen bir durum değildir.

Eğer bobin grupları seri bağlanmış arızalı stator yeniden sarılırken bobin grupları paralel bağlantıya mutlaka motorun etiketinde yazılı hat akımı ve gücünün değiştirilmemesi gerekir. Bunun için de iletken kesiti yarı değerinde, sipir sayısı da iki katında sarılmalıdır. Böylelikle oyuklara ince kesitli iletkenler kolay yerleşir. Bu durum bize zamandan kazandırır ve işçiliği kolaylaştırır. Bizlerin daha rahat çalışmasını sağlar. Ayrıca hava boşluğu az olur. Bu da akım geçişinin daha sağlıklı olmasına yardımcı olur. Kutuplaşma bozulmamış olur.



Şekil 2.23: Seri bağlanmış bobin grupları

Şekil 2.24: Paralel bağlanmış bobin grupları

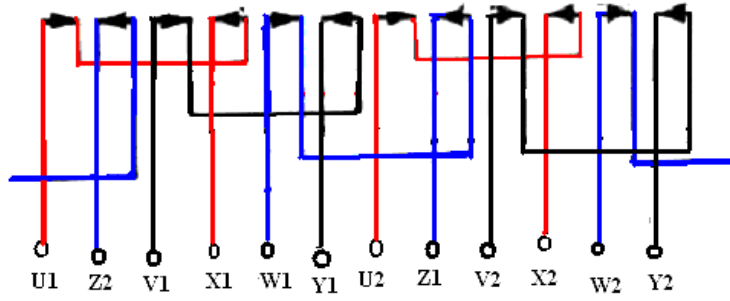
2.4.5. Bobin Gruplarının Stator Dışında Paralel Bağlanması

Motorları değişik gerilimlerde çalıştırmak gerektiğinden bobin grupları stator dışında yani klemens kutusunda paralel bağlanırlar. Bu bobin grupları farklı şekillerde bağlanırlar.

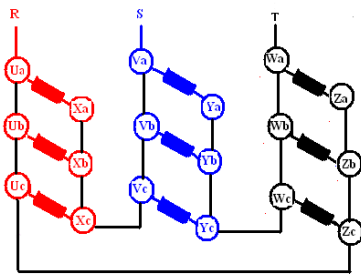
Bunlar;

- Seri yıldız,
- Seri üçgen
- Paralel yıldız
- Paralel üçgendir.

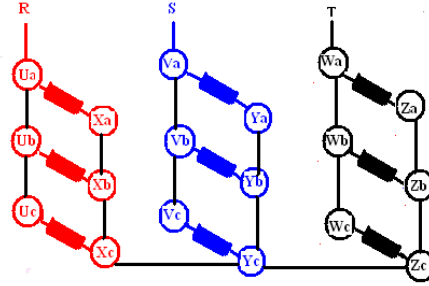
Bu bobinlerin bağlanma koşulu ise her faza düşen gerilim ve akımın mutlaka aynı olması gerekir. Ayrıca güç de aynı olmalıdır. Bobin gruplarının bağlantıları için klemens kutusunda 12 tane uç bulunmaktadır.



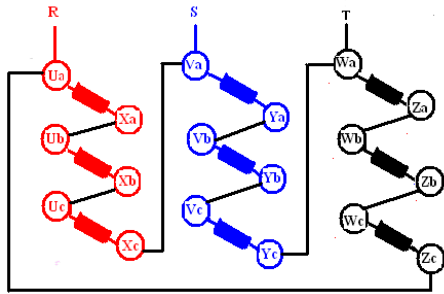
Şekil 2.25: 2p=4 kutuplu motorun dört farklı gerilimde çalışması için gereken bağlantı



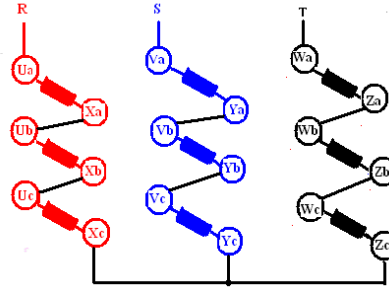
Şekil 2.26: Paralel/üçgen bağlantı (125 VOLT)



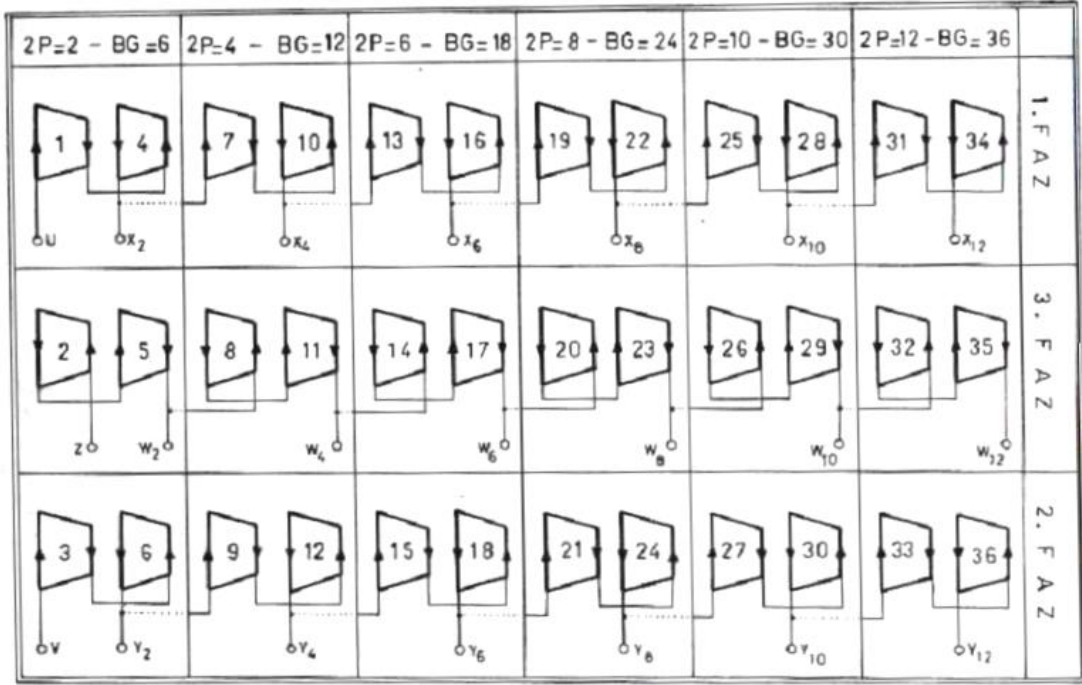
Şekil 2.27: Paralel/yıldız bağlantı (220 VOLT)



Şekil 2.28: Seri/üçgen bağlantı (380 VOLT)



Şekil 2.29: Seri/yıldız bağlantısı (660 VOLT)



Şekil 2.30: Tam kalıp sarımda bobin gruplarının bağlanması

2.4.6. Tam Kalıp Sarımın Statora Yerleştirilme Yöntemi

Tam kalıp sarımda bobin sayısının oyuk sayısına eşit olduğunu ve bir oyukta iki bobin kenarı olduğunu daha önce söylemiştik. Bobinler oyuklara yerleştirilirken her oyuka iki bobin kenarı geleceğinden yalıtımın presbantla çok iyi yapılması gerekmektedir. Sırasıyla ilk bobinimiz oyuka yerleştirilir. Üzerini presbantla yalıtıktan sonra ikinci bobini alırız ve presbantın üzerine yerleştiririz. En üstteki uç yine presbantla kapatılır.

Tam kalıp sarımlarda katlar oluşmaz. Bobinler ayak kaldırma (oyuk kaldırma-katlama da denilir) yapılarak oyuklara yerleştirilir. Kalan diğer bobinler sırasıyla oyuklara aralarına presbant konularak yerleştirilir.



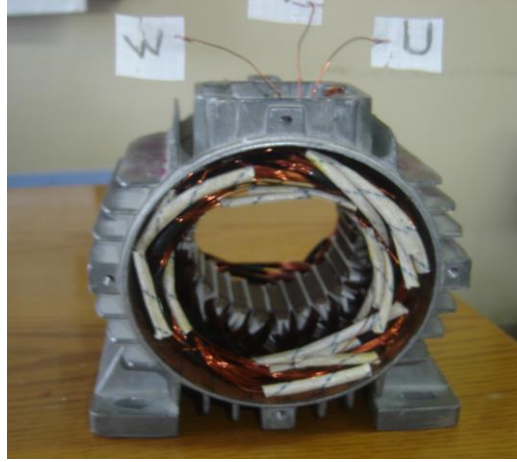
Resim 2.5: Sarımı devam eden stator ve uçları

Bobin uçlarının olmadığı kısım önce bandajlanır. Sonra statorun diğer tarafında bobin giriş –çıkış uçlarıyla bobin grupları arasındaki uçların bağlantısı yapılarak bandajlama sona erdirilir.



Resim 2.6: Sarımı tamamlanmış bandajlanmış stator

Bütün bobin grupları stator içerisine yerleştirildikten sonra bobinler arası alt bağlantıları yapılır. Bunun için önce iletken üzerindeki emaye kısım titizlikle kazınır ve üzerine 2-3 cm kadar makaron geçirilir. Makaronlar farklı renk ve ebatlarda imal edilirler. Biz uygun olanı seçeriz. Ek yapılan yer lehimlenerek sağlamlaştırılır.



Resim 2.7: Makaronla uçları yalıtılmış stator

Yalıtımı makaronla yapıldıktan sonra motor klemens kutusunda bağlantısı tamamlanır. Bağlantıların son kez kontrolü yapılır. Daha sonra statorun verniklemesi yapılarak işlem tamamlanır.



Resim 2.8: Değişik renk ve ebatta makaronlar ve tıretler

Ölçü aleti veya seri lambamızla son güvenlik kontrolleri yapıldıktan sonra motorumuz hazır demektir.



Resim 2.9: Statorun kontrolleri



Resim 2.10: Sarımı bitmiş stator içi görünüşü


UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama 1: $X= 24$, $2P= 2$, $m = 3$ Üç fazlı asenkron motorun sarıma hazırlığını ve sarım işlemini (Tam Kalıp) aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

Uygulama 2: $X= 24$, $2P= 4$, $m = 3$ Üç fazlı asenkron motorun sarıma hazırlığını ve sarım (Tam Kalıp) işlemini aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

Uygulama 1 (Sarım Şeması) :

Uygulama 2 (Sarım Şeması) :

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Sarım şemasını çizmek.	➤ Öğretmeninizin vereceği değerlere göre tam kalıp şemayı çiziniz.
➤ Sac paketlerini düzeltmek.	➤ Stator sac paketinde ayrılmış sacları tokmakla düzeltiniz.
➤ Olukları yalıtımak.	➤ Olukların yalıtımı iyi olmalıdır. Aksi halde bütün sarımı tekrarlamak gerekebilir.
➤ Bobin gruplarını hazırlamak.	➤ İlk bobini statora yerleştiriniz. Eğer oluklara tam oturuyorsa diğer bobinleri hazırlayınız.
➤ Bobinleri oluklara yerleştiriniz.	➤ Bobinleri yerleştirirken emayelerinin bozulmamasına dikkat ediniz.
➤ Bobin uçlarını etiketleyiniz.	
➤ Oluk kapatma presbantlarını takınız.	➤ Bobinlerin dağılması için oluklara yerleştirdikten hemen sonra oluk kapatma presbantlarını yerleştiriniz.
➤ Bobin gruplarını yalıtınız.	➤ Bobin grupları arasında kâğıt ya da presbant konularak grupların arasını yalıtınız.
➤ Sarıma şekil veriniz.	➤ Şekil verme işlemini elle ve tokmak yardımıyla yapınız.
➤ Ekleri yapınız.	➤ Eklerin yapımında lehim kullanınız ve yalıtımını uygun uzunlukta makaronla yapınız.
➤ Klemens uçlarını çıkartınız.	➤ Klemens uçlarını makaronla yalıtarak klemense kadar çıkartınız.
➤ Sarımın bandajını yapınız.	➤ Sarımın son şekli soğutmayı etkilediğinden bandajlamanın düzgün olması önemlidir.
➤ Sarıma son şeklini veriniz.	➤ Motor içinin düzgünlüğü yapılan işin kalitesini ortaya koyduğundan titiz olunuz.
➤ Klemens bağlantılarını yapınız.	➤ Klemens bağlantılarını doğru ve ark oluşturmayacak şekilde sıkıca yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgilerimizi kazanacağımızı aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Ölçme Soruları

Aşağıdaki soruları Doğru (D) veya Yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

S.N.		Doğru	Yanlış
1	Tam kalıp sarımda sargılar rasgele yerleştirilir		
2	Klemens kutusu, sargı uçlarının bağlandığı yerdir		
3	Motor etiketine istediğimiz resmi yaparız		
4	Tam kalıp sarımda oyukları renk sayısına göre boyarız		
5	Tam kalıp sarıma tam gabare de denir.		
6	Tam kalıp sarımda bir oyukta bir bobin kenarı vardır.		
7	Tam kalıp sarımda sargılar adım kısaltmaya çok elverişlidir.		
8	Oklandırmada U ve V fazları giriş, W fazı çıkış kabul edilir ve ters oklandırılır.		
9	Sargılar önce verniklenir, sonra yerleştirilir.		
10	Elektriki açı (α) her zaman 30 derece alınır.		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı modül sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız.

Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz bu öğrenme faaliyetini başardınız.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?		
3	Güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
4	Araç-gereç yanınızda mı?		
5	Sarım için gerekli hesaplamaları yapabildin mi ?		
6	Tam kalıp sarım şemasını çizebiliyor musun ?		
7	Bobin ölçüsünü alabiliyor musun?		
8	Bobin gruplarını hazırlayabildin mi?		
9	Bobinleri oluklara yerleştirebiliyor musun ?		
10	Sarıma şekil (Form) verebiliyor musun ?		
11	Gerekli ekleri yapabiliyor musun ?		
12	Gerekli yalıtımı yapabiliyor musun ?		
13	Sarımın bandajlamasını (Tired) yapabiliyor musun ?		
14	Klemens bağlantılarını yapabiliyor musun?		

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ					
Sıra	Tam Kalıp Sarımın Sökülmesi	Evet	Hayır	Puan	Puan
1	Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			2	
2	Ortam temizliğine dikkat ettiniz mi?			2	
3	Araç-gereçlerinizi temin ettiniz mi?			3	
4	Gerekli ölçümleri etikete yazdınız mı?			4	
5	Her bobinin sipirini saydınız mı?			4	
6	Stator içini temizlediniz mi?			3	
7	Statorun yalıtımını tamamladınız mı?			8	
Tam Kalıp Sarımın Yapılması					
8	Hesaplamaları yaptınız mı?			8	
9	Tam kalıp sarım şemasını çizdiniz mi?			10	
10	İlk bobin grubunu sardınız mı?			3	
11	Bobinleri kalıptan düzgün biçimde çıkardınız mı?			5	
12	Sardığınız ilk bobini oyuklara yerleştirdiniz mi?			3	
13	Bobin ölçüsü doğru mu?			5	
14	Bobin katlarının arasını presbantladınız mı?			5	
15	Bobin uçlarını kağıt parçasıyla işaretlediniz mi?			4	
16	Ayak kaldırma yaptınız mı?			7	
17	Bobin grubu alt bağlantılarını yaptınız mı?			6	
18	Klemens uçlarını çıkarttınız mı ?			5	
19	Ölçümleri yaptınız mı?			5	
20	Bandajlama ve vernikleme yaptınız mı?			8	
TOPLAM				100	

DEĞERLENDİRME

Aldığınız puan ve öğretmeninizin değerlendirmesi neticesinde sıradaki modüle geçebilirsiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	İki bobin
2	pürmüz
3	Mikrometre
4	Tel fırça
5	D
6	Y
7	D
8	Y
9	Y
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	D
5	D
6	Y
7	D
8	D
9	Y
10	Y

KAYNAKÇA

- ARSLAN Ali, **Atölye 2**,Birsen Yayın, İstanbul, 2005.
- ÇOLAK Şeref, **Atölye 2. Sınıflar İçin**, Color Ofset, İskenderun, 1996.
- GÖRKEM Abdullah, **Bobinaj Kitabı ve CD**, Çorum, 1994.
- TUNCAY Ersoy, **Atölye II**, Gaziantep,1996.
- YENİGÜL Sevil, **Bobinaj Ders Notlarım**, İstanbul, 1995.