

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

**İLETKENLER
522EE0281**

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. İLETKENLERİ KESMEK	3
1.1. Genel Elektrik Tanım ve Temrinleri	3
1.1.1. Elektriğin Tanımı	3
1.1.2. Elektrikte Kullanılan Birimler	4
1.1.3. İş ve Güç Birimleri ve Birbirine Dönüştürülmesi	8
1.2. İletkenler	9
1.2.1. İletkenlerin Özellikleri	9
1.2.2. İletkenlerin Kesilmesi	11
UYGULAMA FAALİYETİ	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	17
2. İLETKEN ÜZERİNDEKİ YALITKANI SOYMAK	17
2.1. Yalıtkanlar	17
2.1.1. Yalıtkanların Görevi	17
2.1.2. Yalıtkan Gereçler	18
2.2. İletken Sınıfları	19
2.2.1. Çıplak İletkenler ve Özellikleri	19
2.2.2. Yalıtılmış İletkenler ve Çeşitleri	19
2.2.3. İletkenlerin Üzerindeki Yalıtkanların Soyulması	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
3. İLETKENLERİ BÜKMEK	25
3.1. Kablolar	25
3.1.1. Kablo Çeşitleri ve Özellikleri	25
3.1.2. İletkenlerin Bükülmesi	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
MODÜL DEĞERLENDİRME	32
CEVAP ANAHTARLARI	34
KAYNAKÇA	36

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0281
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Tüm meslekler / dallar için
MODÜLÜN ADI	İletkenler
MODÜLÜN TANIMI	Temel elektrik kavramlarının öğretildiği, iletkenlerin ve yalıtkanların tanıtıldığı, iletkenleri kesme ve bükme işlemlerinin öğretildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Temel elektrik kavramlarını öğrenmek, iletken ve yalıtkanları tanımak, iletkenleri bağlantıya hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Öğrenci, gerekli ortam sağlandığında uygun kesme takımlarını kullanarak iletkenleri keserek istenilen ölçüde/şekilde bükerek iletkenleri bağlama/bağlantı için İç Tesisat Yönetmeliği'ne uygun olarak hazırlama işini yapabilecektir. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. İletkenleri istenilen ölçüde doğru kesme takımı ile kesebilecektir.2. İletkenlerin ucundaki yalıtkanı istenilen ölçü ve biçimde soyabilecektir(açabilecektir)3. İletkenleri,bağlantı yapılabilmesi için iç dokusuna uygun şekilde bükebilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Metal atölyesi, elektrik atölyesi, sınıf Donanım: Elektrik ölçü aletleri, çeşitli alçak gerilim kabloları, pense, yan keski, kargaburun
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Metal teknolojileri alanındaki çalışmalarınızda kullanacağınız makinelerin büyük çoğunluğu elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Gerek atölye çalışmalarınızda, gerekse ilerideki iş hayatınızda temel elektrik kavramlarına ve malzeme bilgisine her zaman ihtiyacınız olacaktır.

Bu modülde temel elektrik kavramlarını, yalıtkan ve iletken malzemeleri tanıyacaksınız. Meslek hayatınızda sıklıkla karşılaşacağınız kablolar ve çeşitleri hakkında bilgi edineceksiniz. Severek takip etmeniz hâlinde zevk alacağınız Temel Elektrik Dersi ve İletkenler modülünde sizin için çok değerli bilgiler yer almaktadır.

Kendinizi bu konuda geliştirmek için okulunuz elektrik atölyesini veya bulunduğunuz yerdeki elektrikmalzeme satan iş yerlerini ziyaret edebilirsiniz. Öğreneceğiniz malzemeler hakkında konuşarak bilgi dağarcığınızı genişletebilirsiniz.

Atölye çalışmalarınızda özellikle elektrik konularında iş alışkanlığı ve iş güvenliği kurallarına uyunuz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Elektrik ile ilgili temel kavramları tanıyacak, bu kavramlarla ilgili basit hesaplama işlemlerini yapabileceksiniz. Gerekli ortam sağlandığında uygun kesme takımlarını kullanarak iletkenleri istenilen ölçüde kesebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

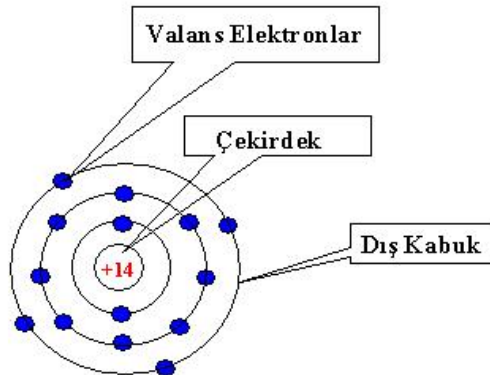
- Elektrik malzemeleri satan herhangi bir elektrikçiyi ziyaret ederek bakır iletken, ölçü aleti ve temel el takımlarını inceleyiniz. Topladığınız bilgileri rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıf ortamında sununuz.

1.İLETKENLERİ KESMEK

1.1.Genel Elektrik Tanım ve Temrinleri

1.1.1.Elektriğin Tanımı

Yeryüzündeki tüm maddeler atomlardan oluşur. Atomlar merkezlerinde bir çekirdek ve etraflarında dönen elektronlardan meydana gelir. Bazı cisimlere ait atomların (Resim1.1) dış kabukta bulunan valans elektronları ısı, manyetik alan, kimyasal reaksiyon gibi bazı etkilere maruz kaldıkları zaman kolaylıkla yörüngelerinden koparak serbest hâle gelirler. İşte bu serbest elektronların yer değiştirmesi **elektrik** olarak tanımlanır.



Resim1.1: Atom Modeli

Elektrik motorlarının dönmesi, ampullerin ışık vermesi, fırınların ısı yayması ve daha birçok elektrikçilikte alıcı dediğimiz cihazlar bu serbest dolaşan elektronların marifetleri ile çalışır. Bu elektronların serbest dolaşabilmeleri için atomların son yörüngelerindeki elektron sayılarının 1,2 veya en fazla 3 olması gereklidir. Son yörüngelerinde 1,2 veya 3 elektron bulunduran atomların oluşturduğu tüm maddeler (bakır, demir, alüminyum, gümüş ve benzeri) iletken malzemelerdir. Bu iletken malzemeler manyetik bir alan içinde hareket ettirilirse elektronlar serbest dolaşım hareketine başlar ve elektrik üretilmiş olur.

Elektriğin üretilmesi için manyetik alan içinde dönebilen iletkenlerden oluşan düzeneğe alternatör veya dinamo denir. Bu düzeneği döndürebilecek mekanik gücün alternatör veya dinamonun da içinde bulunduğu mekanik düzenek elektrik santrali olarak tanımlanabilir.

1.1.2. Elektrikte Kullanılan Birimler

1.1.2.1. Akım

Bir iletkenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen elektrik yükü miktarına **akım** denir. Diğer bir deyişle akım, atomların etrafında bulunan ve serbest dolaşmaya başlayan elektronların iletken içerisinde dolaşma hızıdır.

Matematiksel işlemlerde akım uluslararası standartlarda da belirtildiği gibi “**I**” harfi ile gösterilir. Bir akış hızını, bir yük miktarını belirttiği için tüm büyüklüklerde olduğu gibi birimi vardır. Akımın birimi **amper**'dir.

Alıcı olarak tanımladığımız elektrikle çalışan tüm cihazlar bir iş yapar. Kimisi ışık yayar, kimisi ısı verir, kimisi de mekanik bir dönme hareketi sağlar. Hepsi de yapmış oldukları iş için bir enerjiye ihtiyaç duyar. Elektrikle çalışan alıcılar bu enerjiyi karşılamak için bağlı oldukları elektrik şebekelerinden akım çekerler. Az iş yapan az serbest elektrona ihtiyaç duyarken çok iş yapan çok serbest elektrona ihtiyaç duyar.

Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse

- Basit bir ampul ışık yaymak için 0,4 amper akım çeker. Ya da ampulün akım değeri “ $I= 0,4 \text{ A}$ ” denir.
- Yemek pişirmek için mutfaklarda kullanılan fırınlar çalıştırıldıklarında bağlı oldukları şebekeden 9 amper akım çeker. Fırının akım değeri “ $I= 9 \text{ A}$ ”dır.

Elektrik akımı, ölçülebilir bir birimdir. Elektrik akımını ölçen ölçü aletlerine **ampermetre**denir.



Resim1.2.a: Dijital Ampermetre



Resim1.2.b: Analog Ampermetre

Ampermetreler bağlı buldukları devrelerin akım değerlerini ölçmek için alıcının akım çektiği hatta seri olarak bağlanır.

1.1.2.2. Gerilim

Elektrik tesisatı ile su tesisatları bir benzerlik gösterir. Su tesisatı boruları ile elektrik tesisatlarında kullanılan iletkenler özdeşleştirilebilir. Yukarıda akımı tanımlarken “iletkenin içinden akan serbest elektron hızıdır” demiştik. Su tesisatlarında boru içinden akan suyun hızı akıma benzetilebilir. Borulardan suyun akabilmesi için mutlaka bir basınç farkı gereklidir. Benzer şekilde elektrik devresinden de akımın akması için bir kuvvete ihtiyaç vardır. Elektrikte bu kuvvet **gerilim** olarak tanımlanır.

Daha teknik bir tabirle ifade etmek gerekirse şebekeden alıcılara iş yapacak yüklü serbest elektronları taşıyan hatta **faz**, iş yapmış yük değeri sıfıra inmiş elektronları şebekeye geri götüren hatta **nötr**denir. Yüklü olan faz hattı ile yüksüz olan nötr arasındaki potansiyel farka **gerilim** denir.

Gerilim dünya standartlarında olduğu gibi ülkemizde de “**U**” harfi ile gösterilir. Gerilim ölçülebilir bir değerdir. Birimi **volt**’tur. Ülkemizde kurulu elektrik şebekelerinde standart faz-nötr arasındaki gerilim değeri 220 voltur. Matematiksel olarak yazmak gerekirse “**U=220 V**” olarak gösterilir. Üç fazlı dağıtım şebekelerinde (sanayi elektriğinde) fazlar arasındaki gerilim 380 voltur. “**U=380 V**” olarak yazılır.

Gerilim değerini ölçen ölçü aletlerine **Voltmetre** denir. Gerilim faz ve nötr arasındaki potansiyel fark olduğuna göre ölçüm yapabilmek için voltmetre bu iki hat arasına paralel olarak bağlanır.



Resim1.3.a: Dijital Voltmetre



Resim1.3.b: Analog Voltmetre

1.1.2.3. Direnç Birimleri

İletken tellerin veya alıcıların, elektrik akımının geçişine karşı göstermiş oldukları mukavemete (zorluğa) **direnç** (reaktans) denir. Matematiksel işlemlerde direnç “**R**” harfi ile gösterilir. Direnç ölçülebilir bir büyüklüktür. Bu büyüklüğün birimi “**ohm**”dur. Ohmomega adı verilen “**Ω**” sembolü ile gösterilir.

Akım ve gerilim değerlerini tanımlarken su tesisatları ile elektrik tesisatlarını birbirine benzetmiştik. Bir borunun içinden akan suyun hızını akım ile özdeşleştirdik. Boru suyun geçişine karşı bir zorluk gösterir. Eğer boru dar veya uzun ise suyun hızını keser. Boru kalın veya kısa ise su daha rahat akar.

İletkenlerde de iletkenin kalınlığı (kesiti) o iletkenin direnç değeri ile ters orantılıdır. Yani kalın iletkenin direnci düşük, ince iletkenin direnci büyük olur. İletkenin boyu direnç değeri ile doğru orantılıdır. Yani uzun iletkenin direnci büyük, kısa iletkenin direnci küçüktür. Bir iletkenin direnç değerini ters orantılı olarak etkileyen üçüncü bir faktörde iletken malzemenin öz iletkenlik katsayısıdır.

Bu göre direnç

$$R = \frac{L}{S \cdot K} \Omega \text{ dur.}$$

Bu formülde ifade edilen

- R: İletkenin direnci (**ohm Ω**)
- L: iletkenin boyu (**metre**)
- S: iletken malzemenin kesiti (**mm²**)
- K: İletkenin yapıldığı malzemenin öz iletkenliği **m / Ω . mm²**dir.

İletkenin Cinsi	Öz İletkenlik (K) (m / Ω . mm ²)
Bakır	56
Alüminyum	35
Gümüş	62
Çinko	16

Tablo 1.1: Bazı iletkenlerin öz iletkenlik katsayıları

Örnek: Uzunlukları 100 metre ve kalınlıkları 2,5 mm² olan ve resim 1.4'te gösterilen biri alüminyum, diğeri bakırdan yapılmış iki iletkenin direnç değerlerini hesaplayalım.

Çözüm:

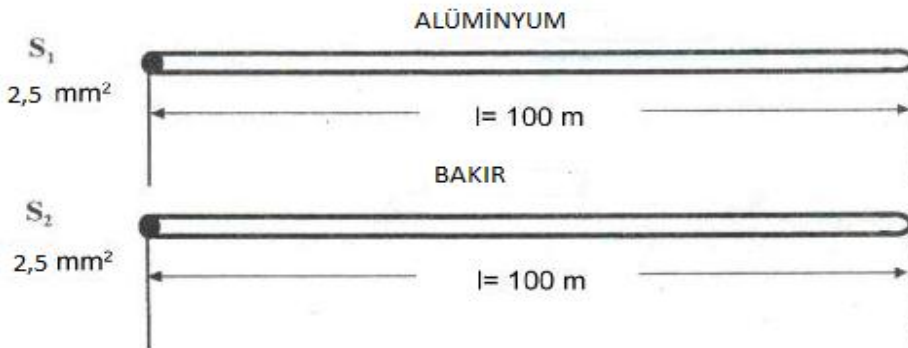
Alüminyum için; S=2,5 mm², L= 100m, K=35 m / Ω . mm² ise

$$R = \frac{L}{S.K} R = \frac{100}{2,5 \times 35} R = \frac{100}{87,5} R = 1,14 \Omega \text{ dur.}$$

Bakır için; S=2,5 mm², L= 100m, K=56 m / Ω . mm² ise

$$R = \frac{L}{S.K} R = \frac{100}{2,5 \times 56} R = \frac{100}{140} R = 0,71 \Omega \text{ dur.}$$

Kesitleri ve uzunlukları aynı olan iki iletkenin bakır iletkenin direnci daha küçüktür. Yani bakır, elektrik akımının geçişine daha az zorluk gösterir. O hâlde bakır alüminyumdan daha iyi bir iletkenidir.



Resim1.4: Kesit ve boyları aynı cinsleri farklı iki iletken

Elektrikte kullanılan akım, gerilim ve direnç kavramları arasında matematiksel bir ilişki vardır. Kapalı bir elektrik devresinden geçen akım; gerilim ile doğru, direnç ile ters orantılı olarak değişir. Bu bağıntıya **ohm kanunu** denir.

$$\text{Yani } I = \frac{U}{R} \text{ dir.}$$

1.1.2.4. Güç Birimleri

Elektrikle çalışan malzemeler harcadıkları elektrik enerjisine karşılık bir iş yaparlar. Isı, ışık, dönme enerjisi gibi... Elektrikle çalışan malzemelerin birim zaman içinde (saniyede) yaptıkları işe **güç** denir. Güç (Power) “**P**” harfi ile gösterilir. Ölçülebilir bir büyüklüktür. Birimi **watt**’tır.

Alıcılar yapmış oldukları işin büyüklüğüne göre şebekeden bir güç harcar. Eski tip akkor flamanlı bir ampul 100W güç harcarken küçük bir el breyzi 600 W, mutfakta kullanılan bir fırın 2000W güç tüketir.

Güç, akım ve gerilim değerlerinin çarpılması ile hesaplanabilir. Yani **P= I x U**’dur. Ülkemizde şebeke gerilimi 220V sabit olduğuna göre bir alıcı ihtiyaç duyduğu gücü karşılamak için şebekeden akım çeker.

Örneğin 2000W gücünde bir fırın ısıtma işi için bağlı bulunduğu şebekeden

$$I = \frac{P}{U} , \quad I = \frac{2000}{220} , \quad I= 9,09 \text{ A akım çeker.}$$

Bir alıcının gücü, bağlı bulunduğu şebeke gerilimi ve çektiği akım voltmetre ve ampermetre yardımı ile ölçülüp daha sonra hesaplanarak bulunabilir. Veya voltmetre ve ampermetrenin birleştirilmesi ile yapılan ve adına **wattmetre** denen ölçü aletleri ile doğrudan da ölçülebilir.

Günlük hayatta watt ve bir üst katı olan kilowatt sık kullanılır. 1000W=1 kW’tır.

Özellikle elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinelerde (elektrik motorlarında) yukarıda öğrendiğimiz güç biriminin yanında **beygir gücü** kavramı da kullanılır. Beygir gücü bazı kaynaklarda “**HP**”, bazı kaynaklarda ise “**BG**” olarak gösterilir. Matematiksel olarak ifade etmek gerekirse 1beygir gücü=750 watt’tır.

1.1.3. İş ve Güç Birimleri ve Birbirine Dönüştürülmesi

Elektrikte iş, birim zamanda enerji harcayarak sonuç alma (ısı, ışık, manyetik) olarak tanımlanabilir. Elektrikle çalışan bir alıcının harcadığı enerji miktarı arttıkça gördüğü iş de o oranda artar. Elektrikte iş “**W**” harfiyle gösterilir. İş birimi, kilowattsaat (kWh)’tir. Başka bir deyişle, devreye bağlı 1000 watt (1 kilowatt) gücündeki alıcı, bir saat boyunca çalışıyorsa yaptığı iş 1 kWh’dir. Elektrik alıcılarının yaptığı işi doğrudan ölçen aygıtlara elektrik sayacı denir. Bir fazlı (monofaze) sayaçlar ev ve işyerlerinde kullanılan alıcıların yaptığı işi ölçer. Üç fazlı (trifaze) sayaçlar ise sanayi tesislerinde kullanılan alıcıların yaptığı işi ölçer.

Elektrikte iş denklemi:

$$\text{İş} = \text{güç} \times \text{zaman} \quad W = P \cdot t \text{ (kWh)}$$

W: İş, birimi kilowattsaat (kWh)

P: Güç, birimi kilowatt. İş hesaplanırken güç değeri kilowatt olarak alınır.

t: Zaman, birimi saat.

Örnek: 2000W gücünde bir taşlama makinesi Aralıksız 4 saat çalışır ise ne kadarlık iş yapmış olur?

Çözüm: İş hesaplarında güç değeri kilowatt olarak alınır. $2000W=2kW$ 'dir. O hâlde taşlama makinesi;

$$W=p.t \quad W=2.4 \quad W=8kWh'lik \text{ iş yapmıştır.}$$

Örnek: 2500W gücünde bir tav fırını durmaksızın 8 saat çalışır ise

a) Ne kadarlık iş yapar?

b) Ülkemizde 1kWh'lik enerji 0,32 TL ise tav fırınının bu çalışması için ödenecek elektrik faturası kaç TL olur?

Çözüm: $2500W=2,5kW$ 'dir.

a) $W=p.t \quad W=2,5.8 \quad W=20 \text{ kWh'lik iş yapmıştır}$

b) 1kWh'lik enerji 0,32 TL ise 20kWh'lik enerji $20.0,32=6,4$ TL'dir.

1.2.İletkenler

1.2.1. İletkenlerin Özellikleri

1.2.1.1. İletkenlerin Görevi

Elektrik akımını bir yerden bir başka yere taşıyan maddelere **iletken** denir. Bir maddenin iletkenliğini belirleyen en önemli faktör, atomlarının son yörüngesindeki elektron sayısıdır. Bu son yörüngeye **Valans Yörünge** üzerinde bulunan elektronlara da **Valans Elektron** denir. Valans elektronlar atom çekirdeğine zayıf olarak bağlıdır. Valans yörüngesindeki elektron sayısı 4'ten büyük olan maddeler yalıtkan 4'ten küçük olan maddeler de iletkenlerdir. Örneğin bakır atomunun son yörüngesinde sadece 1 elektron bulunmaktadır. Bu da bakırın iletken olduğunu belirler. Bakırın iki ucuna bir elektrik enerjisi uygulandığında bakırdaki valans elektronlar hareket eder.

İletkenlerin başlıca özellikleri şunlardır:

- Elektrik akımını iyi iletirler.
- Atomların dış yörüngesindeki elektronlar atoma zayıf olarak bağlıdır. Isı, ışık ve elektriksel etki altında kolaylıkla atomdan ayrılırlar.
- Dış yörüngedeki elektronlara Valans Elektron denir.
- Metaller, bazı sıvı ve gazlar iletken olarak kullanılır.

- Metaller, sıvı ve gazlara göre daha iyi iletkenlerdir.
- Metaller de, iyi iletken ve kötü iletken olarak kendi aralarında gruplara ayrılır.
- Atomları 1 valans elektronlu olan metaller, iyi iletkenlerdir. Buna altın, gümüş, bakır örnek gösterilebilir.
- Bakır tam saf olarak elde edilemediğinden gümüşe göre biraz daha kötü iletken olmasına rağmen, ucuz ve bol olduğundan, en çok kullanılan metaldir.

1.2.1.2. İletken Gereçler

Piyasada sık kullanılan katı iletken malzemeleri aşağıdaki gibi tanımlayabiliriz:

- **Bakır:** Mekanik dayanıklılığı iyi, rahat işlenebilen, doğru aletler ile rahat şekil verilebilen ve kırmızıya yakın bir renkte olan iletken gereçtir. Elektrik iletiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sebebi ise maliyetinin düşük olması ve iyi bir iletken olmasıdır.



Resim1.5: Bakır

- **Gümüş:** Direnci (elektrik akımının geçişine karşı gösterdiği zorluğu) en düşük olan yani metaller içindeki en iyi iletkenliğe sahip maddedir. Parlak beyaz renkte ve oldukça yumuşaktır. Pahalı olması sebebi ile piyasadaki kullanım oranı yok denecek kadar azdır. Elektrik yüksek akım altında, ani olarak açıp kapatma işlemi yapan kontaktör gibi malzemelerde sadece kontak uçlarında kullanılır.



Resim1.6: Gümüş

- **Alüminyum:** Mekanik dayanıklılığı çok azdır. Çok kolay kopabilir. İletkenlik kalitesi bakırdan daha kötüdür. Ancak hafif ve ucuz olması bakırdan sonra en çok kullanılan iletken olmasının sebebidir. Bir çelik telin etrafına birden fazla alüminyum iletken sarılıp izolesiz olarak hava hatlarında sıklıkla kullanılır.



Resim1.7: Alüminyum

Piyasada en çok kullanılan iletken gereç bakır ve ardından alüminyumdur. Gümüş ise piyasadaki en iyi iletkenidir. Bunların yanı sıra demir, kurşun, platin, kalay, krom, çinko, pirinç ve saf olmayan (tuzlu su) su iletken gereçlere verilebilecek örnekler arasında yer alır.

1.2.2. İletkenlerin Kesilmesi

İletkenler fabrikalarda genellikle 100 metrelik rulolar hâlinde üretilerek paketlenir. İhtiyaç duyulan iletken miktarı bu rulolardan kesilerek alınır. İletkenlerin kesme işlemi doğru el aleti kullanılarak ve iş güvenliği kurallarına uygun olarak yapılmalıdır.

İnce, örgülü ve elle bükülebilen iletkenlerin kesilmesi için **yan keski** ve **pense** kullanılır. Bu iki el aleti elektrikçilikle uğraşan kişilerin en çok kullandıkları takımlardır.



Resim1.8: İletken Rulolar

Bunların yanı sıra dış yalıtımı olmayan çıplak iletken denilen kabloları kesmek için **kerpeten**, elle bükülemeyecek kadar kalın iletkenlerin kesilmesinde ise **demir testeresi** kullanılır.



Resim1.9.a: Pense



Resim1.9.b: Yan keski

UYGULAMA FAALİYETİ

El takımlarını (pense, yan keski) doğru ve iş güvenliği kurallarına uygun kullanarak iletkenleri istenilen ölçüde kesiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çeşitli kalınlıklarda alçak gerilim kabloları temin ediniz.➤ Kesme işleminde kullanacağınız pense ve yan keskiyi hazırlayınız.➤ Önce 10 cm uzunluğunda iletkenleri işaretleyiniz.➤ İşaretlediğiniz iletkenleri pense kullanarak birkaç tane kesiniz.➤ Kesme işlemini yan keski kullanarak tekrarlayınız.➤ İkinci adımda iletkenleri 20 cm uzunluğunda işaretleyiniz.➤ Bu uzunluktaki iletkenleri pense ve yan keski ile kesiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kesme işleminde kullanacağınız pense (Resim1.9.a) veya yan keskiyi (Resim1.9.b) keseceğiniz iletken üzerinde işaretlediğiniz noktaya dik olarak tutunuz.➤ Kesici aleti normal bir kuvvet ile sıkarak iletkeni kesiniz.➤ Kesici aletleri kullanırken emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İletkenleri seçebildiniz mi?		
2. İstenilen ölçüde işaretleyebildiniz mi?		
3. Penseyi doğru ve güvenli kullanarak iletkeni kesebildiniz mi?		
4. Yan keskiyi doğru ve güvenli kullanarak iletkeni kesebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

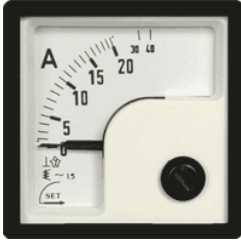
Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir iletkenin herhangi bir kesitinden birim zaman da geçen elektrik yükü miktarını karşılayan sözcük aşağıdakilerden hangisidir?

A) Direnç B) Gerilim C) Akım D) Güç



2. Yandaki şekilde gösterilen ölçü aleti aşağıdaki hangi değeri ölçme işleminde kullanılır?

A) İş ölçümünde
B) Akım Ölçümünde
C) Gerilim Ölçümünde
D) Güç ölçümünde

3. “U harfi ile gösterilir. Birimi voltur.” cümlesi aşağıdaki değerlerin hangisinin tanımında yer alır?

A) Akım B) Hız C) Güç D) Gerilim

4. İletken tellerin veya alıcıların, elektrik akımının geçişine karşı göstermiş oldukları mukavemeti (zorluğu) karşılayan sözcük aşağıdakilerden hangisidir?

A) Direnç B) Akım C) İş D) Amper

5. Uzunluğu 250 metre olana 4mm^2 kesitli bakır iletkenin direnci kaç ohm dur (Bakır için öz iletkenlik katsayısı $56\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2\text{dir.}$)?

A) $0,89\Omega$ B) $2,1\Omega$ C) $1,11\Omega$ D) $1,98\Omega$

6. 4 Beygir Gücünde (4Hp) bir elektrik motoru kaç kilo watt (kW) tır?

A) 4kW B) 3kW C) 2kW D) 1kW

7. Gücü 2kW olan bir elektrik motorunun 7 saatlik çalışma sonunda yaptığı iş için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) 14kWh B) 10kWh C) 12kWh D) 7kWh

8. Aşağıdakilerden hangisi iletken malzeme değildir?

A) Alüminyum B) Bakır C) Gümüş D) Tahta

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Yalıtkan malzemeleri tanıyacak, iletkenleri sınıflandırabilecek ve gerekli ortam sağlandığında istenilen ölçüde/şekilde iletkenleri soyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Elektrik malzemeleri satan herhangi bir elektrikçiyi ziyaret ederek kablolar, kablo kılıflarını ve temel el takımlarını inceleyiniz. Topladığınız bilgileri rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıf ortamında sununuz.

2.İLETKEN ÜZERİNDEKİ YALITKANI SOYMAK

2.1. Yalıtkanlar

2.1.1. Yalıtkanların Görevi

Elektrik akımını iletmeyen maddelere **yalıtkan** denir. Elektrik akımını tanımlarken atomların son yörüngelerinde dörtten az serbest elektronların olduğundan bahsetmiştik. Yalıtkan maddeleri oluşturan atomların son yörüngelerinde dörtten fazla elektron bulunur. Bu elektronlar serbest dolaşım yapmadıkları için akımı geçirmezler.

Yalıtkan maddeler iletken malzemelerin dışına sarılarak iletkenleri buldukları ortamdan yalıtırlar. Diğer bir deyiş ile insanların güvenliği için izole ederler.

Yan yana taşınan iletkenlerin birbirlerine temas etmesi istenmez. Bu sebeple iletkenler izole edilir. İzole edilmez veya izolasyonları zarar görür ise kısa devre oluşur ve sonsuz akımlar çekilir. Buda kazaya sebebiyet verir.

İyi bir yalıtıkanda aranan özellikler şunlardır:

- Akım geçişine yüksek direnç göstermeli,
- Suya dayanıklı olmalı,
- Nem almamalı,
- Isıya dayanıklı olmalı,
- Mekanik zorluklara dayanabilmeli,
- Kolayca işlenebilmelidir.

2.1.2. Yalıtkan Gereçler

Elektrikçilikte en çok kullanılan ve piyasada sık olarak karşılaşılabileceğimiz yalıtkanların bazıları şunlardır:

- **PVC (PolivinilKlorür):** Hepimizin yakından tanıdığı ismiyle plastik... Ham petrolün damıtılıp katkı maddeleri ile zenginleştirilmesinden elde edilen yalıtkan malzemedir. Değişik renklendiriciler eklenerek iletken kabloların izolasyonları yapılır. Kolay şekil alabilmesi, nem ve rutubet almaması, yıpranmalara dayanabilmesi, temiz ve pürüzsüz olarak imal edilebilmesi ve şeffaf dahi üretilebilmesi ile piyasanın en çok tercih edilen yalıtkan malzemesidir. Sadece kablo kılıflarında değil, el takımlarının kaplanmasında, izole bantlarda da kullanılır.



Resim2.1: PVC

- **Porselen:** Pişirilmiş topraktan yapılmaktadır. Özellikle suya, ısı değişimlerine ve aside karşı dayanıklıdır. Bu dayanıklılık sebebi ile çoğunlukla havai hatlarda izolatör (halk ağzındaki söylenişi ile fincan) olarak kullanılır. Bunun yanında anahtar, priz ve duyların gövde yalıtımlarında tercih edilir.



Resim 2.2: İzolatör

- **Kauçuk:** Halk arasında günlük konuşma dilinde lastik diye adlandırdığımız bitkisel maddelerin sıvılarından elde edilen çok kaliteli bir yalıtandır. Elektrikçilikte kullanılan el aletlerinin yalıtımında ve ağır sanayide kullanılır. Pahalı oluşu kullanım alanını daraltmaktadır.

Piyasada PVC, porselen ve kauçuğun yanı sıra mika, bakalit, cam, vernik, yağ ve kâğıt gibi yalıtkan gereçler bulunmaktadır. Elektrik akımını taşıyan iletkenlerde iyi bir izolasyon emniyetli çalışma için şarttır.

2.2. İletken Sınıfları

İletkenler kullanım alanlarına göre çıplak ve yalıtılmış iletkenler olmak üzere ikiye ayrılır:

2.2.1. Çıplak İletkenler ve Özellikleri

Dış kısmı herhangi bir izolasyon ile kaplanmamış iletkenlerdir. Tek telli çıplak iletken ve çok telli çıplak iletken olmak üzere iki çeşittir. Tek telli çıplak iletkenler sadece bir adet telden oluşur. En fazla 16mm^2 kesitli üretilirler. Sadece topraklama hatlarında kullanılır. Çok telli çıplak iletkenler ise işlemleri ve bükülmesi zor olduğundan 1mm^2 veya 2mm^2 kesitli alüminyum iletkenlerin bir çelik tel üzerine burulması ile oluşturulur. 35mm^2 ile 150mm^2 arasındaki kesitlerde üretilir. Sadece cadde ve sokaklarda enerji nakil işlemleri için havai hatlarda kullanılır.

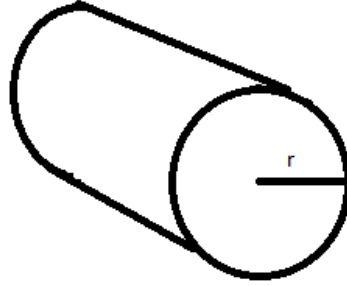


Resim2.3: Alüminyum ve Çelik Özlü Alüminyum İletken

2.2.2. Yalıtılmış İletkenler ve Çeşitleri

Elektrik akımına karşı dışı yalıtkan bir malzeme ile kaplanmış iletkenlerdir. Bu tür iletkenler büyük çoğunlukla bakırdan üretilir. Özellikle iç tesisatta kullanılan alçak gerilim kablolarıdır. Günümüzde bu tür kablolar çoğunlukla PVC ile izole edilir. Ağır sanayi koşullarında kullanılacak kablolarda ise kauçuk izole tercih edilir.

Yalıtılmış iletkenler bükülmesi ve üretimi kolay olması sebebi ile silindir şeklinde üretilir. Bu iletken herhangi bir noktasında kesildiğinde oluşan şekil tam bir dairedir. Bu dairenin bir yarıçapı vardır. Dairenin alanı iletkenlerde **kesit** olarak tanımlanır. İletkenin kesiti “S” harfi ile gösterilir. Alanı anlattığı için birimi “ mm^2 ” dir.



Resim2.4: İletkenin kesit görüntüsü

Resim 2.4’te bir iletkenin kesit görüntüsü verilmiştir. Bu iletkenin kesiti; $S=\pi.r^2$ dir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kablo üretimi yapan firmalar belirlenmiş standartlarda üretim yaparlar. Bu standartlara göre piyasada 0,75 – 1-1,5-2,5 – 4 – 6 – 10 – 16 – 25 – 35 – 50 – 70 – 95 – 120 – 150 mm² kesitli iletkenler üretilmektedir. Bu standartların dışındaki iletkenler piyasada bulunmaz.

Yalıtılmış iletkenler tel sayılarına ve damar sayılarına göre iki kategoride sınıflandırılırlar. Bunlar

- **Tel sayılarına göre yalıtılmış iletkenler:** Bu iletkenler kendi aralarında tek telli ve çok telli olmak üzere iki çeşittir. Adından anlaşılacağı gibi izolasyon kılıfın içinde bir adet iletken tel veya izolasyon kılıfın içinde çok ince en az 25-30 adet iletkenin burulması ile üretilen kablolardır. Tek telli kablolar sabit tesisatlarda, örneğin evlerde sıva altındaki boruların içinde, bir kez döşenip bir daha değişmeyen yerlerde kullanılır. Çok telli kablolar ise rahat bükülebilme özellikleri yüzünden hareketli noktalarda kullanılır.

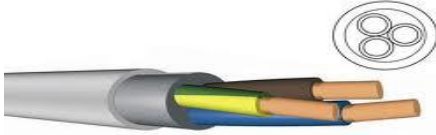


Resim2.5.a: Çok Telli İletken

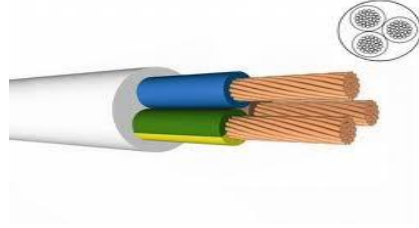


Resim2.5.b: Tek Telli İletken

- **Damar sayılarına göre yalıtılmış iletkenler:** Tek damarlı ve çok damarlı olmak üzere iki çeşittir. Bir veya birden fazla çıplak iletkenin üzerine tek bir yalıtkan kılıf geçirilmesi ile elde edilen kablolardır. Tek damarlı çok telli (resim 2.5.a) ve tek damarlı tek telli (resim2.5.b) olmak üzere iki çeşittir. Birden fazla tek damarlı tek telli veya tek damarlı çok telli iletkenlerin ayrı ayrı yalıtıldıktan sonra tek bir yalıtıcı kılıf ile içine alınarak elde edilen kablolardır. Piyasada çok damarlı tek telli (Antigrön Kablo) ve çok damarlı çok telli (TTR Kablo) olmak üzere iki çeşittir.



Resim 2.6.b: TTR Kablo



Resim 2.6.a: Antigron Kablo

2.2.3. İletkenlerin Üzerindeki Yalıtkanların Soyulması

İş güvenliği ve kısa devrelerin önüne geçmek için iletkenlerin dış kısımları bir yalıtkan ile kaplanır. Tesisatta iletkenler bir yere bağlanacakları veya birbirine ek yapılacağı zaman bu yalıtkan kısımlarının soyulması gereklidir. İletkenlerin dışındaki yalıtkanları soyma işleminde yan keski (Bk. Resim1.9.b), kablo soyma pensesi (Bk. Resim2.7) ve çakı kullanılabilir.

Soyma işlemi yapılırken iletken kablonun zedelenmemesine ve iletken üzerinde kalacak olan yalıtkan kısmın zarar görmemesine dikkat edilir. Bağlantı yapılacak yerde iletkenin çıplak kısmı kalmasın diye ihtiyaç kadar soyma işlemi gerçekleştirilmelidir.



Resim 2.7: Kablo Soyma Pensesi

UYGULAMA FAALİYETİ

El takımlarını (kablo soyma pensesi, yan keski ve çakı) doğru ve iş güvenliği kurallarına uygun kullanarak istenilen ölçüde iletkenin üzerindeki yalıtkanı soyunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çeşitli kalınlıklarda izoleli alçak gerilim kabloları temin ediniz.➤ Soyma işleminde kullanacağınız kablo soyma pensesi, yan keski ve çakıyı hazırlayınız.➤ İletkenlerin uçlarını 2 ve 3 cm uzunluğunda önce çakı ile kalem ucu açar gibi soyunuz.➤ Aynı soyma işlemlerini kablo soyma pensesi ve yan keski ile tekrarlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İlk soyma işlemini çakı kullanarak yapınız. Tıpkı bir kurşun kalem ucu açar gibi iletkenin dış kılıfını soyunuz.➤ Kesme işleminde kullanacağınız kablo soyma pensesi veya yan keskiyi soyacağınız iletken üzerinde dik olarak tutunuz.➤ Soyma işlemi gerçekleştirilirken iletkenin bakır kısmının zedelenmemesine dikkat ediniz.➤ Kesici aletleri kullanırken emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İletkenleri seçebildiniz mi?		
2. İstenilen ölçüde çakı ile soyabildiniz mi?		
3. Kablo soyma pensesini doğru ve güvenli kullanarak iletkeni soyabildiniz mi?		
4. Yan keskiyi doğru ve güvenli kullanarak iletkeni soyabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi iyi bir yalıtıkanda aranan özelliklerden biri değildir?
A) Akım geçişine yüksek direnç göstermeli
B) Nem almamalı
C) Kolay kırılabilmesi
D) Suya dayanıklı olmalı
2. Ham petrolün damıtılıp katkı maddeleri ile zenginleştirilmesinden elde edilen yalıtık malzeme aşağıdakilerden hangisidir?
A) PVC B) Kauçuk C) Kâğıt D) Cam
3. İzalatör olarak kullanılan malzemeler aşağıdaki hangi yalıtık malzemeden yapılır?
A) Bakır B) Yağ C) Mika D) Porselen



4. Yandaki şekilde görülen iletken aşağıdaki hangi sınıfa dâhildir?
A) Yalıtılmış iletken
B) Çıplak iletken
C) Tek telli iletken
D) Tek damarlı iletken
5. Aşağıdakilerden hangisi ülkemizde üretilen standart iletken kesitlerinden değildir?
A) 2,5 mm² B) 4 mm² C) 6 mm² D) 8 mm²
6. Antigon kablo aşağıdaki iletken sınıflarından hangisini tanımlar?
A) Tek damarlı tek telli
B) Tek damarlı çok telli
C) Çok damarlı tek telli
D) Çok damarlı çok telli

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Kablo çeşitlerini tanıyacak, özelliklerini öğreneceksiniz. Kablonun cinsine göre büküm tekniğini bilecek, bükme noktasını tespit ederek istenilen biçim ve ölçüde, iç dokusuna dikkat ederek kablonun ucunu bükacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Atölye ortamınızda ve çevrenizde gördüğünüz kabloların dış kılıflarındaki yazıları okuyunuz.
- Piyasadaki kablo çeşitlerini inceleyin.
- Topladığınız bilgileri rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıf ortamında sununuz.

3. İLETKENLERİ BÜKMEK

3.1. Kablolar

3.1.1. Kablo Çeşitleri ve Özellikleri

Kabloların sınıflandırılmalarını Öğrenme Faaliyeti-2’de anlatmıştık. Şimdi piyasada çok kullanılan ve metal teknolojileri alanında çokkarşılaşacağınız bazı kablo çeşitlerini ve bu kabloların özelliklerini inceleyeceğiz.

- **NYA Kablo:** Daha önce bahsettiğimiz tek damarlı tek telli iletkenlerdir. İnşaatlarda sıva altına döşenen borularda sık olarak kullanılır. Bükülgen bir kablodur. Ancak esnek değildir. Birkaç defa üst üste büküldüğünde kopabilir. İzolasyonunda PVC kullanılır. Tesisatlarda elektrikçilerin bağlantıları daha rahat yapabilmeleri ve takip edebilmeleri için sarı, kırmızı, mavi, kahverengi ve siyah renklerde üretilir. Elektrik panolarında kullanım alanına da sahiptir. Piyasada 1-1,5-2,5-4-6-10-16 mm² kesitli olarak bulunur. Daha kalın kesitler şekil verme ve işçilik açısından zor olduğu için üretilmez. NYA kablolar -30 ile +70 derece sıcaklığı arasında kullanılabilir. Normal koşullar altında 500V gerilim değerine kadar güvenli olarak çalışır. Standart 100 metrelik rulolar hâlinde üretilir.



Resim3.1: NYA Kablo

- **NYAF Kablo:** Tek damarlı çok telli iletkenlerdir. Çok ince bakır tellerin burulup tek bir kablo hâline getirilmesi ile elde edilir. Kuru yerlerde, boru içinde, sıva altı ve sıva sütü tesislerde, kumanda panosu, mutfak cihazları, elektrik ve elektronik montaj uygulamalarında, çok fazla esneklik gerektiren yerlerde kullanılır. Yalıtımında PCV tercih edilir. Çok sıcak ortamlar için kauçuk izolasyonlu NYAF kablolar piyasada bulunabilir. Tıpkı NYA kablo gibi -30 ile +70 derece sıcaklık aralığında ve 500V gerilime kadar güvenli olarak kullanılabilir. 0,75 – 1 – 1,5-2,5 – 4 – 6mm² arasında 10 farklı renkte üretimi vardır.



Resim3.2: NYAF Kablo

- **TTR Kablo:** Çok damarlı çok telli kablolardır. Kesitleri aynı olan birden fazla NYAF kablonun kendi izolasyonlarından başka, bir yalıtkan malzeme ile tekrar kaplanması ile elde edilir. Televizyon, buzdolabı, çamaşır makinesi, saç kurutma makinesi gibi ev aletlerinin fiş bağlantılarında tercih edilen bir iletkenidir. Yine sanayide el breyzi, taşlama makinesi gibi el aletlerinin de fiş bağlantı kabloları TTR'dir. En çok kullanım alanlarından biride seyyar denilen uzatma kablolarıdır. Dış kılıf rengi beyaz, siyah ve gri olarak üretilir. İçindeki her bir NYAF kablo 500V gerileme kadar güvenli olarak çalışır. -30 ile +70 derecede güvenli olarak kullanılır. Eğer iki adet 1mm² kesitli NYAF kablo tek bir kılıf içinde birleştirilir ve TTR kablo elde edilirse bu kabloya **2x0,75mm² TTR** denir. Veya dört adet 2,5 mm² kesitli NYAF kablo tek bir kılıf içinde birleştirilirse **4x2,5mm²TTR** elde edilir. Piyasada ikili olarak 2x0,75mm²-2x1

$mm^2-2x1,5mm^2-2x2,5mm^2-2x4mm^2-2x6mm^2$, üçlü olarak $3x0,75mm^2-3x1mm^2-3x1,5mm^2-3x2,5mm^2-3x4mm^2-3x6mm^2$ ve dördü olarak $4x0,75mm^2-4x1mm^2-4x1,5mm^2-4x2,5mm^2-4x4mm^2-4x6mm^2$, kesitli TTR kablolar bulunur. Bunların yanı sıra özel olarak üretilen 5x, 7x ve 10x TTR vardır.



Resim3.3: TTR Kablo

- **NYM (Antigrön) Kablo:** Elektrikçilikte Antigrön olarak tanınan NYM kablo çok damarlı tek telli kablolardır. Birden fazla NYA kablonun tek bir kılıf içinde toplanması ile elde edilir. Dış kılıfı genellikle açık gri renktedir. Özellikle rutubetli ve ıslak yerlerde genellikle siva üstü olarak kullanılır. TTR kablolar gibi yumuşak ve esnek değildir. O nedenle hareket gerektirmeyen yerlerde ve ağır sanayide tercih edilir. İletken kesitleri arttıkça şekil vermek zorlaşır. İçindeki her bir NYA kablo 500V gerileme kadar güvenli olarak çalışır. -30 ile +70 derece arasındaki sıcaklıkta kullanılır. Eğer üç adet $2,5mm^2$ kesitli NYA kablo tek bir kılıf içinde birleştirilir ise $3x2,5mm^2$ kesitli antigron kablo elde edilir. Piyasada ikili olarak $2x1,5mm^2-2x2,5mm^2-2x4mm^2-2x6mm^2-2x10mm^2-2x16mm^2$, üçlü olarak $3x1,5mm^2-3x2,5mm^2-3x4mm^2-3x6mm^2-3x10mm^2-3x16mm^2$ ve dördü olarak $4x1,5mm^2-4x2,5mm^2-4x4mm^2-4x6mm^2-4x10mm^2-4x16mm^2$ kesitli antigron bulunur.



Resim3.4: NYM (Antigrön) Kablo

Yukarıda isimleri ve özelliklerini verdiğimiz NYA, NYAF, TTR ve NYM kablolar metal teknolojileri alanında gerek atölye ortamınızda ve gerekse piyasa şartlarınızda en çok karşılaştığınız kablolardır. Bunların yanında telefon kabloları, yer altı kabloları, havai hat kabloları gibi daha birçok çeşit yer almaktadır.

İletken Kesiti (mm ²)	İletkenin Çapı (mm)	100metre Ağırlığı (kg)	Akım Taşıma Kapasitesi (Amper)	İletken Kesiti (mm ²)	İletkenin Çapı (mm)	100metre Ağırlığı (kg)	Akım Taşıma Kapasitesi (Amper)
0,75	2,2	1,2	15	6	4,3	6,5	57
1	2,3	1,5	19	10	6	11,5	78
1,5	2,8	2,0	25	16	7	17	107
2,5	3,3	3,1	34	25	8,5	26	137
4	3,8	4,5	45	35	9,5	36	168

Tablo3.1: İletken Kesitlerine Göre Çap, Ağırlık ve Akım Taşıma Kapasiteleri

Yukarıdaki tabloda şu anlatılmaktadır. Örneğin 2,5mm² kesitli kablunun iletken kısmının çapı 3,3mm, 100 metrelik bir rulosu 3,1kg ağırlığında ve taşıyabileceği akım değeri en fazla 34 amperdir.

3.1.2 İletkenlerin Bükülmesi

İletkenlerin pano, tablo montajında, elektrik tesisat bağlantılarında uç kısımlarının, soyulduktan sonra kullanımyerlerine bağlanması için bükülmeleri gerekebilir. Bükülme işlemi iletkenin üzerindeki yalıtkan soyulduktan sonra yapılır. Gerek yalıtkanı soyma, gerekse iletkeni bükme aşamasında iletken kısmın zarar görmemesine dikkat edilmelidir. İletkenleri bükme işleminde genellikle inceiletkenler için kargaburnu, kalın iletkenler için pense kullanılır. Bükülecek iletken bükümnoktasından sıkıcatutulduktan sonra istenen açıda bükme gerçekleştirilmelidir.



Resim3.5: Kargaburun

UYGULAMA FAALİYETİ

El takımlarını (pense, kargaburun, kablo soyma pensesi, yan keski ve çakı) doğru ve iş güvenliği kurallarına uygun kullanarak istenilen ölçüde iletkenini bükünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Çeşitli kalınlıklarda izoleli alçak gerilim kabloları temin ediniz.➤ Soyma ve bükme işleminde kullanacağınız kablo soyma pensesi, yan keski, çakı, pense ve kargaburun hazırlayınız.➤ İletkenlerin uçlarını 3 ve 5 cm uzunluğunda çakı, yan keski veya kablo soyma pensesi ile ikinci uygulama faaliyetindeki gibi soyunuz.➤ İletkeni kargaburun veya pense ile bükme istediğiniz noktadan hafifçe tutunuz ve 30-60-90 derecelik açılar yapacak şekilde bükünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bir elinizle iletkeni tutarken diğer elinizle kargaburnu hafifçe tutarak istediğiniz açıda döndürüp bükebilirsiniz.➤ Bükme işleminde yalıtkan ve iletken kısımların zedelenmemesine dikkat ediniz.➤ El aletlerini kullanırken emniyet ve güvenlik tedbirlerine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İletkenleri seçebildiniz mi?		
2. İstenilen ölçüde soyabildiniz mi?		
3. Pensayı doğru ve güvenli kullanarak iletkeni büküldünüz mü?		
4. Kargaburnu doğru ve güvenli kullanarak iletkeni büküldünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- İletkenlerin bükülmesi işleminde aşağıdaki el takımlarından hangisi kullanılır?
A) Yan Keski B) Kargaburnu C) Testere D) Tornavida
- Aşağıdakilerden hangisi NYA kablonun üretim kesitleri doğru olarak yazılmıştır?
A) 1-1,5-2,5-4-6-10-16mm²
B) 1-2,5-3,5-5-8-10-16mm²
C) 1,5-2-4,5-5-6-12-16mm²
D) 1-3-5-7-9-11,5-13,5mm²
- Aşağıdakilerden hangisi NYAF kablonun özelliklerinden değildir?
A) Tek damalı tek telli bir iletkenidir.
B) Güvenli çalışma gerilimi 500 voltuttur.
C) -30 ile +70 derece arasındaki sıcaklıklarda çalışır.
D) Yalıtımında PVC tercih edilir.
- Kesitleri aynı olan birden fazla NYAF kablonun kendi izolasyonlarından başka bir yalıtkan malzeme ile tekrar kaplanması ile elde edilen kablo aşağıdakilerden hangisidir?
A) NYY B) TYAF C) FCD D) TTR



- Yandaki şekilde gösterilen kablo aşağıdakilerden hangisidir?
A) NYA Kablo B) NYAF Kablo
C) Antigron Kablo D) HYR Kablo
- NYA kablo için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Tek damarlı çok telli
B) Tek damarlı tek telli
C) Çok damarlı çok telli
D) Çok damarlı tek telli

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Akımın birimi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Volt B)Watt C)kWh D)Amper
2. Gerilim için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Faz ile nötr arasındaki potansiyel farktır
B) Akımın geçiş hızıdır
C) Birim zamanda yapılan iştir.
D) Akımın geçişine gösterilen zorluktur
3. Aşağıdakilerden hangisi iletkenin direncini etkileyen faktör değildir?
A) İletkenin boyu
B) iletkenin kesiti
C) iletkenin yalıtkan kalınlığı
D) İletken malzemenin öz iletkenlik katsayısı
4. Aşağıdakilerden hangisi bitkisel maddelerin sıvılarından elde edilen yalıtkan malzemedir.
A) PVC B) Kauçuk C)Kâğıt D) Cam
5. 220V'luk şebeke gerilimde 8A akım çeken bir ütünün gücü kaç watt'tır?
A) 440W B)1760W C) 1320W D)1540W
6. Aşağıdakilerden hangisi yalıtkan malzeme değildir?
A) Demir B)Tahta C) Lastik D)Porselen
7. NYAF kablo için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Tek damarlı tek telli B) Çok damarlı çok telli
C) Tek damarlı çok telli D) Çok damarlı tek telli

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. () Elektrik akımının geçişine karşı gösterilen zorluğa direnç denir.
9. () Gerilim P harfi ile gösterilir, birim watt'tır.
10. () İletken malzemeleri oluşturan atomların son yörüngelerinde 4'den az elektron bulunur.
11. () Pense iletkenlerin kesilmesi ve bükülmesi işleminde kullanılan bir el aletidir.
12. () Ülkemizde elektrik piyasasında 5 mm² kesitli iletken mevcuttur.

13. () Tek damarlı tek telli iletkenlerin yalıtkan bir kılıf içinde birleştirilmesi ile elde edilen kablo NYAF kablodur.
14. () Havai hatlarda kullanılan izolatörler porselenden yapılıdır.
15. () Üç adet 4mm² kesitli NYA kablonun birleřimi ile elde edilen antigron kablo 12mm² kesitli kablodur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	C
2.	B
3.	D
4.	A
5.	C
6.	B
7.	A
8.	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	C
2.	A
3.	D
4.	B
5.	D
6.	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	B
2.	A
3.	A
4.	D
5.	C
6.	B

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	A
3.	C
4.	B
5.	B
6.	A
7.	C
8.	Doğru
9.	Yanlış
10.	Doğru
11.	Doğru
12.	Yanlış
13.	Yanlış
14.	Doğru
15.	Yanlış

KAYNAKÇA

- GÖRKEM Abdullah, **Atölye-1 Ders Kitabı**, Ankara, 2000.
- GÜVEN M. Emin, İ.Baha MARTI, İsmail COŞKUN, **Elektroteknik Cilt-1**, MEB, İstanbul, 1997.
- YILMAZ Ünsal, Hayati DURMUŞ, **Elektrik Tesisat Projesi Meslek Resim Kitabı**, Ankara, 2002.