

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

BİYOMEDİKAL TEMEL ELEKTRİK

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. İLETKENLER VE YALITKANLAR.....	3
1.1. İletkenler	3
1.1.1. İletkenin Tanımı	3
1.1.2. İletken Gereçler	4
1.1.3. Bazı Maddelerin Özdirençleri ve Açıklamaları	4
1.2. Yalıtkanlar.....	5
1.2.1. Yalıtkanın Tanımı.....	5
1.2.2. Yalıtkan Gereçler.....	5
1.3. Yalıtılmış İletkenler	7
1.3.1. Tel Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler	7
1.3.2. Damar Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler.....	7
1.4. Kablolar.....	8
1.4.1. Koaksiyel Kablo	8
1.4.2. Fiber Optik Kablo	9
1.5. İletken Bağlantıları.....	10
1.5.1. İletkenlerin Kesilmesi	10
1.5.2. İletken Üzerindeki Yalıtkanın Soyulması	11
1.5.3. İletkenlerin Bükülmesi	12
1.5.4. İletkenlerin Eklenmesi ve Eklenme Metotları	12
1.6. Klamense Ek	12
1.7. İletkenlerin Terminallere Bağlanması.....	14
1.8. Kablo Pabucu Takılması	14
1.9. İletkenlerin Yalıtılması	15
UYGULAMA FAALİYETİ	16
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
2. TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA	19
2.1. Topraklama	19
2.1.1. Tanımı.....	19
2.1.2. Topraklamanın Amacı	19
2.1.3. Amaçlarına Göre Topraklama Çeşitleri	24
2.1.4. Alçak Gerilim Şebekeleri	25
2.1.5. Topraklama Elemanları	26
2.1.6. Topraklayıcılar.....	28
2.1.7. Bağlantı Elemanları	29
2.1.8. Zemin	30
2.1.9. Özel Ortamlarda Topraklama	30
2.2. Sıfırlama.....	32
2.2.1. Tanımı.....	32
2.2.2. Sakıncaları	32
2.3. Topraklama ile İlgili Yönetmelik Maddeleri	33
UYGULAMA FAALİYETİ	37

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	39
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	40
3. ELEKTRİK DEVRESİ.....	40
3.1. Tanımı	40
3.2. Devre Elemanları ve Tanımlar	41
3.3. Elektrik Devresinin Çizimi	44
3.3.1. Elektrik Devre Çeşitleri	44
3.4. Uygulamada Dikkat Edilecek Hususlar	46
3.5. Uygulama Yapımı İşlem Sırası	47
UYGULAMA FAALİYETİ	48
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	50
MODÜL DEĞERLENDİRME	52
CEVAP ANAHTARI.....	54
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	55
KAYNAKÇA	56

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0148
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Biyomedikal Temel Elektrik
MODÜLÜN TANIMI	İletkenleri, yalıtkanları ve topraklama elemanlarını seçme, topraklama yapma, temel elektrik devrelerini kurup sınıflandırma bilgi ve becerilerin anlatıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	İletkenleri, yalıtkanları ve topraklama elemanlarını seçmek ve topraklama yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Bu modül sonrasında genel güvenlik kuralları dahilinde (TSE,ISO) iletkenleri, yalıtkanları ve topraklama elemanlarını seçebilecek elektrik devrelerini kurup topraklama yapabileceksiniz. Amaçlar: <ul style="list-style-type: none">➤ İletkenleri ve yalıtkanları seçebilecek, iletken eklerini yapabileceksiniz.➤ Topraklama elemanlarını seçebilecek, topraklama yapabileceksiniz.➤ Temel elektrik devrelerini kurup sınıflandırabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Temel elektrik atölyeleri, pense, kargaburun, yan keski, demir testeresi, çakı, kablo soyma pensi, kablo pabuç pensi vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığımız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmeniniz, modül sonunda size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Biyomedikal cihazlar alanında çalışacak teknisyenlerin dikkat etmesi gereken işlemlerden biri de hastanın, hasta yakınının, cihaz kullanıcısının ve cihazın elektriksel güvenliğini sağlamaktır.

Elektrikle ilgili sistemlerde çalışırken elektriksel güvenlik önlemlerinin önemine uygun davranmanız, can güvenliği ve cihazın standartlara uygun çalışması için son derece önemlidir.

Biyomedikal cihazların büyük bir kısmının yurtdışından geldiği ve bu cihazlar için çok büyük paralar harcandığı da bir gerçektir. Sizin bu cihazlar için göstereceğiniz hassasiyet aynı zamanda ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

Bu modül ile gerekli ortamlar sağlandığında elektriksel ve veri iletimi sağlayan iletkenleri ve elektriksel koruma sağlayan yalıtkanları seçebilecek, iletkenleri ekleyebilecek, topraklama elemanlarını seçebilecek, topraklama yapabilecek ve temel elektrik devrelerini kurup devreleri sınıflandırabileceksiniz.

Bu modülde iletkenler ve yalıtkanlar, iletkenlerin eklenmesi, topraklama elemanları, sıfırlama konuları ile ilgili bilgileri, kolay anlaşılır bir şekilde basitten karmaşığa doğru sıralanmış şekilde bulabileceksiniz.

Biyomedikal cihazlarla çalışırken üzerinize düşen sorumluluğun son derece büyük olduğu ve küçük ihmallerin ne kadar büyük sonuçlar doğurabileceği bilinciyle hareket ediniz ve tüm çalışmalarınızda bu duyarlılığı gösteriniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, atölye ortamında, standartlara ve iç tesisat yönetmeliğine uygun olarak iletkenleri, yalıtkanları seçebilecek ve iletken eklerini yapabileceksiniz.

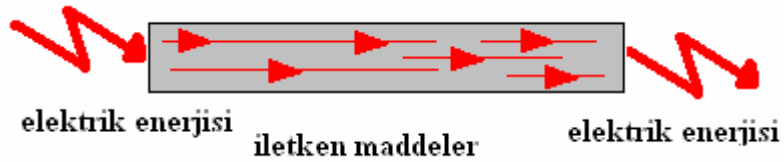
ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan iletken ve yalıtkan çeşitlerini, değişik firmaların kablo kataloglarını, elektrik malzeme çeşitlerini; üretim veya satış yapan firmalardan, internette araştırarak rapor hazırlayınız. Arkadaşlarınızla tartışarak raporunuzu sununuz.

1. İLETKENLER VE YALITKANLAR

1.1. İletkenler

Elektrik akımını ileten maddelerdir.



Şekil 1.1: İletken maddeler

1.1.1. İletkenin Tanımı

Elektrik akımını bulunduğu yerden başka bir yere iletmek için kullanılan, bir veya birden fazla telden meydana gelen, çıplak (izolesiz) veya yalıtılmış (izoleli) tel veya tel demetine **iletken** denir. Diğer bir ifade ile akım kaynağı ile alıcıyı birleştiren ve elektrik akımının geçtiği yoldur.

1.1.2. İletken Gereçler

İletken gereçlerin öz dirençleri ne kadar az ise, iletken o kadar iyidir. Öz direnç iletkenlerin elektrik akımına karşı gösterdikleri zorluk olarak da tanımlanabilir. Bir mm² kesitindeki ve 1 metre uzunluğundaki iletken direncidir.

1.1.3. Bazı Maddelerin Öz dirençleri ve Açıklamaları

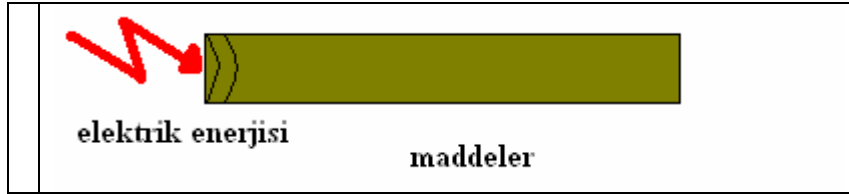
	MADDE	ÖZ DİRENÇ	AÇIKLAMA
1	Gümüş	$1,59 \cdot 10^{-8}$	Beyaz parlak renkte ve oldukça yumuşaktır. Elektrik en iyi iletken gereç olmasına rağmen pahalı olduğundan, ölçü aleti yapımında, role kontaktörde, şalterlerin kontaklarında ve bazı sigortalarda kullanılmaktadır.
2	Bakır	$1,70 \cdot 10^{-8}$	Rahat işlenebilen, mekanik dayanıklılığı iyi, kırmızı renkte iletken gereçtir. En çok kullanılan iletken maddedir.
3	Altın	$2,44 \cdot 10^{-8}$	Çok iyi bir iletken ancak oldukça değerli bir maden olduğu için mikro işlemcilerde ve mikro denetleyicilerde soket ve pinlerin kaplanmasında kullanılır.
4	Alüminyum	$2,82 \cdot 10^{-8}$	Mekanik dayanıklılığı azdır, bakıra göre daha yumuşak yapıdadır. Gümüş beyazı, mavimsiyahı renkte bir metaldir. Bakırdan sonra en çok kullanılan iletken gereç olan alüminyum daha çok dış tesisatta ve havai hatlarda çelik telle birlikte kullanılır.
5	Tungsten	$5,60 \cdot 10^{-8}$	Korozyona dayanıklı sert bir metaldir. Yüksek ergime derecesi (3410 °C) nedeniyle lamba filamanı ve direnç teli yapımında kullanılır.
6	Demir	$10,00 \cdot 10^{-8}$	Parlak gri renkte yumuşak bir metaldir. Bakır ve alüminyuma göre iyi bir iletken gereç değildir. Elektrik makinelerinin gövdelerinin yapımında ve bazı tezgahlarda yapı malzemesi olarak kullanılır. İçerisinde bulunan karbonun miktarına göre dökme demir(font), yumuşak demir ve çelik isimlerini alır. Ayrıca mıknatıslanma özelliği bulunduğu için, saç levha haline getirilerek elektrik motorlarının stator nüveleri ile transformatörlerin manyetik nüvelerinin yapımında kullanılır.
7	Platin	$11,00 \cdot 10^{-8}$	Parlak beyaz renkli yumuşak bir metaldir, havada oksitlenmez. Direnç, elektrot, kontak ve paratoner uçları yapımında kullanılır.
8	Kurşun	$22,00 \cdot 10^{-8}$	Gri, mavimsiyahı renkte, mekanik dayanımı az yumuşak bir metaldir. Pillerde ve akümülatörlerde elektrot olarak, yer altı kablolarında ve lehim yapımında kullanılır.

9	Su	Saf su yalıtkandır, ancak kullanılmak üzere tabiattaki su saf olmayıp içerisinde değişik mineraller bulunduğundan kötü de olsa iletkenidir. Saf su içerisine asit veya metal tuzları katılarak iletken hale getirilir. Akümülatör, pil ve galvano banyolarında elektrolit olarak kullanılır. Şebeke suyu ve deniz suyu iletkenidir.
---	----	---

Tablo 1.1: İletken madde tanımları

1.2. Yalıtkanlar

Elektrik akımını geçirmeyen maddelerdir.



Şekil 1.2: Yalıtkan maddeler

1.2.1. Yalıtkanın Tanımı

Elektrik akımını taşıyan iletkenler ve diğer cihazlar, insanların güvenliği açısından yalıtan gereçlerdir. Yalıtkanlar, akım geçişine çok direnç göstermeli, ısı ile yalıtıklık özelliğini kaybetmemeli, suya dayanıklı olmalı, nem almamalı, mekanik dayanıklılığı iyi olmalı ve tutuşma sıcaklığı yüksek olmalıdır.

1.2.2. Yalıtkan Gereçler

PVC	Ham petrolün damıtılmasından meydana gelen PVC saf halde iken kırılgandır. İçerisine değişik oranlarda yağ içeren maddeler karıştırılarak yumuşak hale getirilir. PVC kendi rengi ile bırakılmayıp değişik renkler verilerek iletkenlerin ve elektrikli aletlerin yalıtımında kullanılır. PVC gelişen teknoloji kullanılarak şeffaflaşır, eğilir ve bükülür, nem ve rutubet almaz, iç atlamalara ve yıpranmaya dayanıklı, temiz ve pürüzsüz olarak imal edilebilmektedir. PVC üstün özelliklerinden dolayı en çok kullanılan gereçtir.
Porselen	Beyaz renkte pişmiş topraktan yapılmaktadır. Suya, aside, ısı değişmelerine karşı dayanıklıdır. Genellikle izolatör yapımında, anahtar, priz, şalter, sigorta, duy gibi elektrik malzemelerinde kullanılır.
Mermer	Doğal yalıtkan bir taştır. Isı değişiminden etkilenmez fakat uzun süre neme maruz kalırsa içerisine nem alır. Eskiden tablo yapımında kullanıldıkları halde günümüzde ağır, kırılgan ve nem almaları nedeniyle artık kullanılmamaktadır.
Kauçuk	Bitkinin sıvısından elde edilen ve doğal bir yalıtkan olan kauçuk saf iken

	nem alır, 0 °C’ de kırılındır. 50 °C’ de birbirine yapışır. Bu nedenle içerisine % 1. 4 oranında kükürt katılır. Daha çok iletkenlerin ve aletlerin yalıtımında kullanılır.
Mika	Doğal bir yalıtkan olan mika, parlak, sert yapılı ve ısıya dayanıklıdır. Asit ve yağdan etkilenmeyen mika, levhalar halinde bulunur. Kolektör dilimlerinin birbirine karşı yalıtımında, kondansatörlerde, değişik elektrik gereçlerinin yapımında, elektrikli havya, ütü ve ısıtıcılarda kullanılır.
Bakalit	Doğal olmayıp, formik asit (karınca asiti) ile fenol (katran ruhu) bileşiminden elde edilir. Isıya, suya karşı dayanıklı ve serttir. Elektrik malzemelerinin yapımında kullanılır.
Cam	Silis ve sodyum, potasyum karbonatları, kurşun ve kireç oksitleri gibi çeşitli maddelerin eritilerek karışımından elde edilen saydam ve kırılğan bir yalıtandır. Su, yağ, asit ve gerilime karşı dayanıklılık gösterirken ani ısı değişmelerine karşı kırılındır. Değişik izolatörlerin yapımı ile elektrikli aydınlatma lamba ve armatürlerinde kullanılır.
Vernik	Normalde sıvı halde bulunmaktadır. Isıtılınca ve hava ile temas edince kuruyarak sertleşen yalıtkan gereçtir. Motor ve transformatör sargılarının yalıtımı, bobin iletkenlerinin titreşimini önlemek ve bobinleri bir arada tutmak amacıyla kullanılır.
Yağ	Sıvı halde bulunan yağlar, kullanıldıkları yere göre trafo ve şalter yağı şeklinde isimlendirilir. Yalıtkan gereç olarak kullanılan yağların nem almama, iyi bir ısı transferi yapma, yüksek gerilime karşı dayanıklılık gibi özellikleri bulunmalıdır. Trafoların yalıtılması ve soğutulmasında, şalterlerde ark söndürücü olarak kullanılır.
Parafin	Beyazımsı renkte iyi bir yalıtkan olan parafin, yalıtkan gereçlerin üzerine sürülerek yalıtkanlıklarını artırır ve neme karşı korur.
Amyant	Kalsiyum silikat ve magnezyum karışımından elde edilen lifli bir yalıtandır. Çeşitli kalınlıklarda levhalar halinde bulunur. Isıya ve yanmaya dayanıklı olduğu için elektrikli soba, ütü, havya gibi cihazlarda kullanılır.
Makaron	Pamuğun örülmesi, yağ veya vernik ile doyurulmasıyla elde edilen boru şeklindeki yalıtandır. Çeşitli renklerde ve kalınlıkta yapılan makaron, sargıların ek yerleri ile sargı giriş ve çıkış uçlarının yalıtımında kullanılır.
Kağıt	Kullanma yerlerine ve gördükleri işlemlere göre, mumlu, ziftli veya katranlı, yağlı, parafinli kâğıt şeklinde isimlendirilir. İyi bir yalıtkan olduklarından küçük transformatör bobinlerinin yalıtımında, kondansatörlerde, yer altı kablolarında kullanılır.
Ağaç	Doğal bir yalıtandır. Yüksek ısıya, mekanik etkilere dayanıklı değildir. Emprenye edilerek ağaç direk, ölçü aleti altlıkları, trafo takozu ve motorlarda oyuk çıtası yapımında kullanılır.
Pamuk	Doğal bir yalıtkan olan pamuk, kuru iken çok iyi bir yalıtandır. 125 °C’den yüksek ısılarda yanarak kömürleşir. Pamuk, iplik ve şerit halinde (tiret) motor, trafo ile diğer sargıların bandaj ve yalıtımında kullanılır.



Kuvars	Nemden, yüksek ısıdan, asitlerden etkilenmeyen doğal bir yalıtkandır. Elektrikli cihazların yalıtkan kısımlarının yapımında, ısıtma cihazlarında ve toz halinde sigorta butonlarında kullanılır.
İzolebant	Bir PVC ürünü olan izolebant, plastik üzerine yapıştırıcı madde sürülerek yapılır. Ek yerlerinin ve iletken gereçlerin yalıtılmasında kullanılır. En çok kullanılanı 10 mm genişliğinde rulolar halinde bulunur.
Ebonit	Kauçuk içerisine %20. 48 oranında kükürt katılması ile elde edilir. Sert kauçuk veya sert lastik olarak da anılan ebonit, akümülatör kapları, ölçü aleti altlıkları yapımında ve aletlerin yalıtımında kullanılır.

Tablo 1.2: Yalıtkan madde tanımları

1.3. Yalıtılmış İletkenler



Elektrik akımına karşı izole etmek için üzeri yalıtkan bir madde ile kaplanan iletkenlerdir. Çoğunlukla elektrolitik bakır ve alüminyumdan yapılır. Günümüzde en çok kullanılan yalıtım maddesi PVC'dir.

1.3.1. Tel Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler

Tek Telli Yalıtılmış İletkenler: İletken kısmın tamamı tek telden yapılan iletkenlerdir. 16 mm ² kesite kadar yapılır.	
Çok Telli Yalıtılmış İletkenler: Çok telli çıplak iletkenin üzeri bir izole ile kaplanarak yapılır.	

Tablo 1.3: Tel sayısına göre yalıtılmış iletkenler




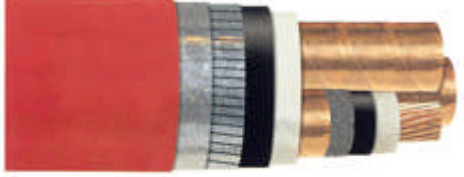
1.3.2. Damar Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler

Tek Damarlı Yalıtılmış İletkenler: Bir veya daha çok çıplak telin üzerinin yalıtkan ile kaplanmasından meydana gelir. Sabit ve hafif işletme şartlarında sıva altı ve sıva üstü tesisatta kullanılır. Tek damarlı tek telli ve tek damarlı çok telli çeşitleri vardır.	
Çok Damarlı Yalıtılmış İletkenler: Birden fazla, tek telli veya çok telli damar ayrı ayrı yalıtıldıktan sonra, tek bir yalıtıcı kılıf altında toplanarak yapılır. Çok damarlı tek telli ve çok damarlı çok telli çeşitleri vardır.	

Tablo 1.4: Damar sayısına göre yalıtılmış iletkenler

1.4. Kablolar

Elektrik enerjisini ileten ve iki elektrik cihazını, birbirine elektriki bakımdan bağlayan, elektriğe karşı yalıtılmış, bir veya birden çok damardan oluşan yalıtılmış iletkenidir. Ayrıca bir sinyali bir yerden başka bir yere iletmede kullanılır. Kablolar kullanıldıkları yerlere göre oldukça fazla farklılık gösterir.

Zayıf akım kabloları	
Yüksek gerilim kabloları	
Havai hat kabloları	
Yer altı kabloları	

Tablo 1.5: Kablo çeşitleri

Tablo 1.5'teki gibi enerji taşımada kullanılan kablolar, yine oldukça fazla çeşitlilik gösteren bilgisayar ve cihazlar arasında haberleşme sağlayan data (veri taşıma) kabloları mevcuttur.

Bu kablolardan en yaygın kullanımda olanlar ise;

- Koaksiyel kablolar
- Fiber optik kablolar

1.4.1. Koaksiyel Kablo

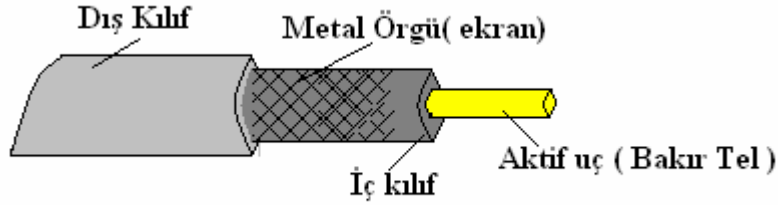
Koaksiyel kablo elektromanyetik kirliliğin yoğun olduğu ortamlarda düşük güçte sinyalleri iletmek için geliştirilmiş bir kablodur. Koaksiyel kablo çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ses ve video iletiminde kullanılır. Çok değişik tiplerde karşımıza çıkabilir. Ancak bilgisayar ağlarında şimdiye kadar kullanım alanı bulmuş yalnızca iki tip koaksiyel kablo vardır.



Resim 1.1: Koaksiyel kablolar

Koaksiyel kablo tipleri kendi RG kodlarına sahiptir. Koaksiyel kabloda bizim için önemli olan ve değişkenlik arz eden değer kablunun empedansıdır. Bu değer kablunun belirli bir uzunlukta elektrik akımına karşı gösterdiği dirençtir.

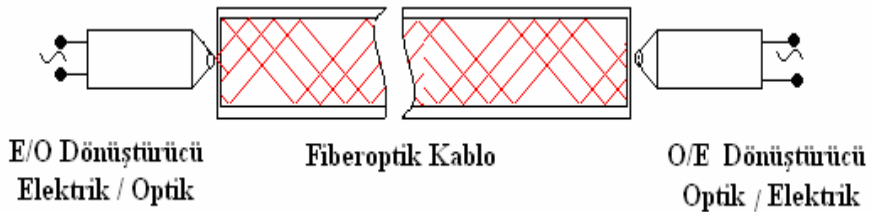
Koaksiyel kablolar dıştan bakıldığında birbirlerine çok benzer, ancak kabloya daha yakından bakınca üzerinde RG kodunu ve empedansını görebilirsiniz. Empedans değeri "50 Ω " veya "75 Ω " şeklinde omega karakteriyle yazılır.



Şekil 1.3: Koaksiyel kablo yapısı

1.4.2. Fiber Optik Kablo

Özellikle çok yüksek nitelikteki veri transferinde kullanılan özellikli bir kablo tipidir. Elektriksel bir niteliği bulunmamaktadır. Taşınması istenen veri ilk önce optik sinyallere (görünür, görünmez ışık) dönüştürülür, iletilmesi istenen noktada optik sinyaller tekrar elektriksel sinyallere dönüştürülerek istenen şekillerde verilerin işlenmesi sağlanır. Elektromanyetik etkilerden etkilenmemesi, veri kaybının az olması elektriksel niteliğinin bulunmaması gibi özelliklerinden dolayı biyomedikal cihaz teknolojileri açısından oldukça fazla kullanım alanı bulmaktadır.



Şekil 1.4: Fiber optik iletim modeli



Resim 1.2: Fiber optik kablolar

1.5. İletken Bağlantıları

İletkenlerin birbiri ile ya da elemanlarla bağlantıları için farklı şekillerde işlenmesi gerekebilir. Bu sebeple farklı el aletlerini farklı şekillerde kullanmanız gerekmektedir.


El aletleri ile çalışırken işe uygun alet seçimi son derece önemlidir.

1.5.1. İletkenlerin Kesilmesi

İletkenler genellikle 100 metrelik toplar halinde üretilir, dolayısıyla iletkenleri kullanacağımız zaman kesmek gerekirse, kesme işlemini çeşitli aletlerle iş güvenliği kurallarına uygun yapmamız gerekir.

Kesmede kullanılan aletler tablo 1.6'da gösterilmiştir.

Pense	İnce, örgülü, bükülü iletken ve kabloların kesilmesinde kullanılır.	
Yan Keski	İnce, örgülü, bükülü iletken ve kabloların kesilmesinde kullanılır	
Demir Testeresi	Kalın kesitli iletken ve kabloların kesilmesinde kullanılır.	

Kerpeten	Örgülü, bükülü ve çıplak tel, kablolarının kesilmesinde kullanılır.	
-----------------	---	--

Tablo 1.6: İletken kesmede kullanılan alet ve açıklamaları

1.5.2. İletken Üzerindeki Yalıtkanın Soyulması

Elektrik tesisatlarında kullanılan iletkenlerin üzeri yalıtkan kaplıdır. İletkenler ekleneceği veya bir yere bağlanacağı zaman, üzerindeki yalıtkanın soyulması gerekir. İletken ve kabloların üzerindeki yalıtkanın çıkartımı ve eğer iletkende oksit tabakası oluşmuşsa temizlenmesine iletkenlerin soyulması denir. İletkenlerin üzerindeki yalıtkanın çıkartımı sırasında, iletkenin zedelenmemesine ve gereğinden fazla soyulmamasına çok dikkat edilmelidir.



İletkenlerin soyulması işleminde kullanılan aletler tablo 1.7’de gösterilmiştir.

Yan keski	Kesitleri çok büyük olmayan kablolarında kabloların kesilmesinde ya da yalıtkanların soyulmasında kullanılan keskin ağızlı bir el aletidir.	
Kablo soyma pensi	Kablo kesatine göre ayarlama yapılabilen ve yalıtımı temizlenecek kısmın ayarlanabildiği bir el aletidir.	
Çakı	Yalıtkanların temizlenmesinde kullanılan keskin yüzeyli bir el aletidir.	
Kablo sıyırma pensi	İletkenlerin yalıtkanlarını sıyırmada kullanılan özel penslerdir.	

Tablo 1.7: İletkenlerin yalıtkan kısımlarını soyma aletleri ve açıklamaları

1.5.3. İletkenlerin Bükülmesi

İletkenlerin tablo, pano montajında ve uç kısımlarının, soyulduktan sonra kullanım yerlerine bağlanması için bükülmeleri gerekebilir.

Kargaburun	İnce iletkenlerin biçimlendirilmesinde kullanılır.	
Pense	Kalın kesitli iletkenlerin biçimlendirilmesinde kullanılır.	

Tablo 1.8: İletken biçimlendirme aletleri ve açıklamaları

1.5.4. İletkenlerin Eklenmesi ve Eklenme Metotları

Elektrik tesisatlarında iletkenlerin kısa gelmesi veya düz giden bir hattan enerji almak gerektiğinde ekleme işlemi yapılır. Ekleme işlemi yapılırken iletkenler değişik metotlarla birbirleri üzerine sarılır. Genellikle ince kesitli iletkenler el, pense veya kargaburun ile sarılarak, kalın kesitli iletkenlerin eklenmesi ise klamensle yapılır. Boru içerisinde kesinlikle ek yapılmamalıdır. Ekleme işleminden sonra temasın iyi olması için lehimlenebilir, ek yerleri izole bant ile yalıtılmalıdır. Bu ekler kullanıldıkları yerlere göre isim alır.

- Düz ek
- T ek
- Çift T ek

Genellikle dış tesisatta kalın kesitli iletkenler klamens ve boru ile eklenir. Alçak gerilimli iç tesisatlarda ise klamens bulunmadığı yerlerde veya iki iletkenin aynı yere bağlanması gerektiğinde fare kuyruğu ve geçmeli tip ekler yapılır.



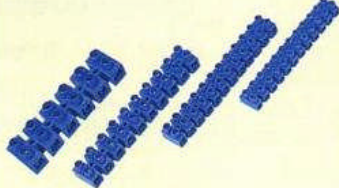



Biyomedikal cihazlarda tesisat dışı uygulamada yalıtım güvenliği açısından standart elle ekleme yöntemleri fazla tercih edilmemektedir.

1.6. Klamense Ek

Klamens kabloların bağlantı ve ek gerecidir. Plastik, porselen ve metalden yapılan çeşitleri vardır. Çeşitli boyutlarda yapılmaktadır, iletkenlerin kalınlığına göre büyüklüğü seçilmelidir. İnce kesitli iletkenlerin daha iyi elektriki temas sağlanması için, kalın kesitli iletkenlerin sarılarak eklenmesi zor olduğu için klamenslerle eklenir. Aynı kesitte olmayan iletkenlerin eklenmesi uyumsuzluğa neden olur. Aynı veya farklı kesitteki iletkenler klamens kullanılarak eklendiğinde iletkenler arasında daha sıkı bir irtibat sağlanır. Klamense ekleme yapılırken iletkenlerin klamens boyuna göre yeterli miktarda açılmasına ve uygun büyüklükte klamens kullanılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca ince iletkenlerin dayanımını

artırmak için birkaç kez katlanmalı ve klamens vidasının tam altına gelmesi sağlanmalıdır. Klamensin sıkıştırma vidaları yeterince sıkıştırıldıktan sonra, klamens dışına taşan açık uçlar varsa kesilerek kaldırılmalıdır.

Biyomedikal cihazlarda sistem güvenliği, yalıtma ve işçilik gibi nedenlerinden dolayı ekçilik uygulamalarında farklı tipteki klamensler kullanılmaktadır. Cihaz klamensi, buat klamensi, porselen klamensler, plastik klamensler, ısıya dayanıklı klamens, bimetalik klamens, askı klamensi vb örnek verilebilir.

Cihaz klamensi	
Buat klamensi	
Porselen klamensler	
Plastik klamensler	
Isıya dayanıklı klamens	
Bimetalik klamens	
Askı klamens	

Tablo 1.9: Klamens çeşitleri

1.7. İletkenlerin Terminallere Bağlanması

Yalıtkanı soyulmuş olan iletken uçları, bağlantı yerinin (terminalin) özelliğine göre şekillendirilir. Vidalara bağlanacak tek telli ve çok telli iletkenler, vida çapına göre kargaburun ile bükülür. İletken ucu vida çapına uygun olarak kıvrıldıktan sonra meydana gelen halka ucu kapatılır ve iletkene dokundurulur. Daha sonra içerisine, alt ve üst kısımlarına pul veya rondela konularak vida geçirilir. Bu sırada iletkenin vidaya saat ibresi yönünde sarılmasına dikkat edilmelidir. Çok telli iletkenler vida içerisine geçirildikten sonra uç kısımları lehimlenmeli veya tel ile sarılmalıdır.

1.8. Kablo Pabucu Takılması

Kalın kesitli ve çok telli iletkenlerin cihazlara bağlantısı, çoğu kez mümkün olmaz. Kablo pabuçları değişik tipte ve değişik boyda yapılmaktadır. Çok telli ve kalın kesitli iletkenlerin uçlarına, bağlamadan önce kablo pabucu takılır. Kablo pabucu, mekaniki ve elektriki bakımdan iyi bir bağlantı sağlar. Bağlantı sırasında iletkenlerin çıplak kısımlarının pabuç dışında kalmamasına dikkat edilmelidir. Gerekirse üzerine takılan iletkenle birlikte lehimlenerek bağlantı mukavemeti artırılabilir.



Resim 1.3: Pabuçlar



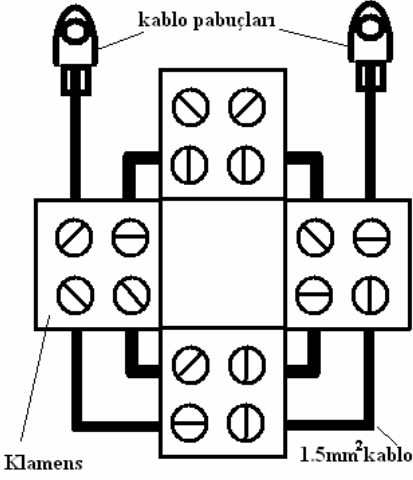
Resim 1.4: Pabuç pensleri

1.9. İletkenlerin Yalıtılması

İletkenler eklendikten sonra çıplak olan ek yerlerinin birbirine dokunarak kısa devre olmaması için ve herhangi bir harici dokunmaya karşı mutlaka yalıtılması gerekir. İç tesisatta ek yerlerinin yalıtılmasında izole bant, sargılarını ek yerlerinin yalıtılmasında ise makaron kullanılır. İzole bant ile yapılan yalıtma işleminde sarma işine, yalıtkan kısmın üzerinden başlanır ve izole bandın üst üste gelmesi sağlanarak ek yerinin üzeri tamamen sarılır. Ek üzerindeki izole bant kalınlığı, kullanılan gerilime göre değişir.

UYGULAMA FAALİYETİ

1,5mm² kesitindeki, tek damarlı bir iletkeni şekildeki gibi bükünüz, klamens ve pabuç kullanarak resimdeki şekli oluşturunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İş güvenliği ile ilgili önlemleri alınız.➤ İş önlüğünü giyiniz.➤ Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.  <p>Klamens</p> <p>1.5mm² kablo</p> <p>kablo pabuçları</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Kablo seçerken iletken kesitini dikkate alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şekilden malzeme listesini çıkartınız.➤ Malzeme ve gerekli el aletlerini malzeme odasından alınız.➤ İletkenlerin yalıtkan kısımlarını uygun bir şekilde soyunuz.➤ Uygun el aletleri ile şekil veriniz.➤ Klamens sıkma ve pabuç takma işlemlerini tamamlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ El aletlerini kullanırken dikkatli olunuz.➤ Kablo yalıtımlarını soyarken kablonun zarar görmemesine dikkat ediniz.➤ Pabuç bağlandıktan sonra lehimlemeyle pabuç dayanım gücünü artırınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
2	İletkenleri seçebildiniz mi?		
3	Yalıtkanları seçebildiniz mi?		
4	İletkenleri kesip yalıtkanını soyabildiniz mi?		
5	İletkenleri bükebildiniz mi?		
6	Klamense ek yapabildiniz mi?		
7	Kablo pabucu takabildiniz mi?		

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

A- Boşluk doldurma soruları

1. Elektrik akımını geçirmeyen gereçlere denir.
2. Elektrik akımını geçiren gereçlere denir.

B- Çoktan Seçmeli Sorular

3. Aşağıdakilerden hangisi iletken değildir ?
A) Bakır B) Alüminyum C) Mika D) Gümüş
4. Aşağıdakilerden hangisi yalıtkandır ?
A) Demir B) Porselen C) Cıva D) Kalay
5. Aşağıdakilerden hangisi kabloların biçimlendirilmesinde kullanılır ?
A) Yan keski B) Kargaburun C) Testere D) Çakı
6. Klamensin görevi nedir ?
A) Kablo kesme B) Kablo soyma C) Kablo bükme D) Kablo ekleme
7. İletken yalıtımında aşağıdakilerden hangisi kullanılır ?
A) İzole bant B) Tugsten C) Platin D) Volfram
8. İletkenin üzerinde oluşan oksit tabakası nasıl giderilir ?
A) Kazınarak B) Bükülerek C) Yalıtılarak D) Kesilerek

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı modül sonundaki cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerinizi tekrarlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun atölye ortamında, standartlara, iç tesisat ve topraklama yönetmeliğine uygun olarak, topraklama elemanlarını seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İnsan vücudu için tehlikeli gerilim değerleri nedir?
- Gövdeye kaçak ne demektir?
- Evimizde ve okulumuzda bulunan topraklı prize bağlanan elektrikli ev aletleri nelerdir?
- Bu ev aletlerinin ortak özellikleri nedir?
- Sorularını cevaplayarak bir rapor haline getiriniz. Sınıf ortamında arkadaşlarınızla raporlarınızı karşılaştırınız. Araştırmalarınız için çevrenizi gözlemleyebilir, İnternet ortamlarından faydalanabilir ve kütüphaneleri kullanabilirsiniz.

2. TOPRAKLAMA VE SIFIRLAMA

2.1.Topraklama

2.1.1.Tanımı

Elektrik tesislerinde, gerilim altında olmayan bütün iletken tesisat kısımlarının uygun iletkenlerle toprak içindeki iletkenlere bağlantı yapılması işlemine “topraklama” denilmektedir

2.1.2.Topraklamanın Amacı

Topraklama, bir yalıtım hatasından meydana gelebilecek olan, adım ve dokunma gerilimlerinin insan hayatını tehlikeye sokacak düzeyde olmasını önlemek veya bu tehlikeli gerilimleri tamamen ortadan kaldırmak için yapılır.Bu şekilde bir taraftan insan hayatı emniyete alındığı gibi diğer taraftan da işletme emniyeti şartları sağlanmış olur.

2.1.2.1. İnsanları ve Elektrik Tesisatını Kaçak Akımdan Koruma

Konutlarda, iş yerlerinde, ticarî binalarda, endüstriyel tesislerde, hastane ve diğer medikal tesislerde elektrikli cihazların kullanımı günden güne artmaktadır. Bu durum da kaçak akımların oluşma riskini artırmaktadır. Standartlara göre her bir elektrik hattı 1mA ve

her bir elektrikli cihazın 1-3 mA arasında kaçak akım toleransı vardır. Bilindiği üzere elektrikli aletler ve tesisatlar zamanla eskiyerek yalıtım hatalarına neden olur. Yalıtım hatalarının birçok nedeni vardır. Cihazın çalışması ile oluşan ısı, aşırı akım, çevre şartlarının zorluğu, malzemenin aşınması ve direncin düşmesi bu nedenlerin başlıcalarıdır.

Ülkemizde her yıl birçok kişi elektrikle çarpılmaktadır.

- **Çarpılma:** Çarpılma, bir enerji kablosu veya elektrik akımı taşıyan bir cihaza direkt temas etmek suretiyle meydana gelebileceği gibi, kaza eseri enerjilendirilmiş metal bir yüzeye dokunmak suretiyle indirekt yoldan da meydana gelebilir.

Elektrik akımının vücuttan geçişi ile meydana gelen bu tehlikelerin önemi aşağıdaki etkenlere bağlıdır:

- Temas edilen gerilimin değeri
- Temas eden vücudun elektrik direnci
- Temas akımının değeri
- Temas edilen akımın vücuttan geçiş süresi
- Temas eden kişinin yaşı ve yaralanma olasılığı
- Temas akımının vücutta izlediği yol

İnsan vücudu gerilime maruz kaldığında iç direnci olan bir devre elemanı gibi davranır. Elektrik akımı, insan vücudu için üç büyük tehlike arz eder:

- **Kasılma:** Akım üstünden geçtiği kasları kasar. Göğüs kafesinden akım geçerse solunum durabilir.
- **Kalp üzerindeki etkisi:** Kalp atış hızını bozar, kalp kaslarına zarar verir
- **Sıcaklık etkisi:** Farklı derecelerde cilt yanıklarına ve yüksek akımlara maruz kaldığında çok ciddi yanmalara sebep olur.
- İnsan vücudundan geçecek akımın etkileri
 - 1-10 mA karıncalanma hissi
 - 10 mA kasılma başlaması
 - 20-30 mA diyafram kasılması (nefes darlığı)
 - 70-100 mA kalbin titremeye başlaması ve düzensizleşmesi (kalp çarpıntısı eşiği)
 - 500 mA kalbin durması ve ölüm

Buradan da görüleceği gibi kaçak akımların çok küçük değerlerinde bile ölümle sonuçlanabilen kazalar olmaktadır. Elektrik akımına maruz kalan kişinin vücudundan akacak olan 300 mA'lık bir kaçak akım, **Uluslararası Elektroteknik Komisyonu'** nun hazırladığı **IEC 600 479-1** standardına göre solunum ve kan dolaşımı için sınır değer olarak verilmiştir.

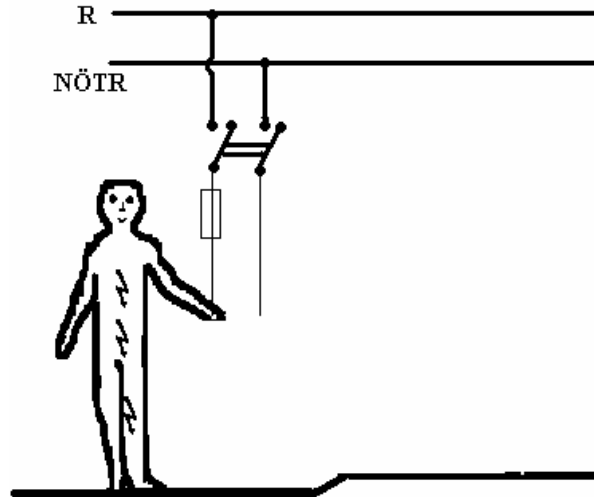
2.1.2.2. Akım -Gerilim-Kesme Süresi İlişkisi

230V gerilim altındaki bir iletkenle temas halinde, insan vücudundan 153 mA'lık bir akım geçer. Bu akımın verebileceği zarara engel olabilmek için 0,17 sn içinde akım kesilmelidir.

- **Temas gerilimi etkisi:** İnsanlar için herhangi bir tehlikeli durum doğmaması için temas gerilimi, güvenlik gerilimi sınırının altında olmaktadır. Bu gerilim değerleri şöyledir.
 - "NORMAL" koşullarda: 50V
 - "NEMLİ" koşullarda: 25V
 - "İSLAK" koşullarda: 12V

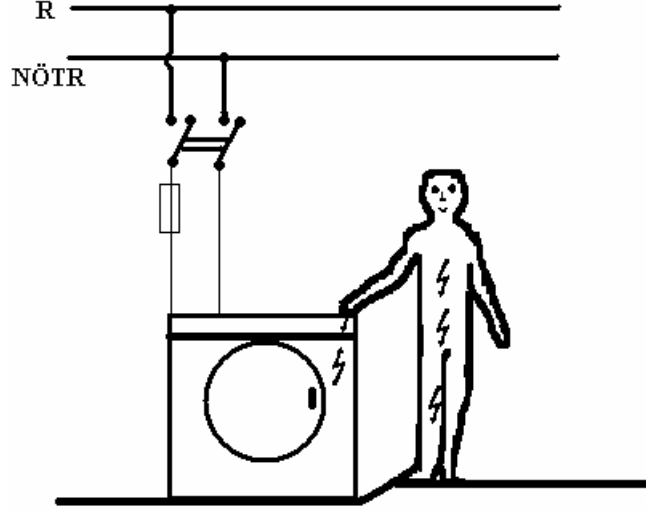
Kişinin bulunduğu yere göre değişen iç direnci ise,

- "NORMAL" şartlarda: 2 k Ω
 - "NEMLİ" şartlarda: 1 k Ω
 - Islak ortamda 480 Ω 'a kadar düşer.
- **Direkt temas:** Bir kişinin normal şartlarda "canlı" olan bir iletkene dokunması "direkt temas" olarak adlandırılır. Direkt temas durumunda maruz kalınan gerilim hat gerilimidir. Bu durumda kişinin vücudu üzerinden maksimum akım geçer ve devreyi otomatik olarak kesmede, kaçak akım hassasiyeti yüksek, cevap süresi çok kısa olan toprak kaçak akım koruma cihazları kullanılmalıdır. (< 30m A, < 30ms)



Şekil 2.1: Direkt temas

- **Endirek temas:** Gerilim altında çalışan bir cihazda yalıtım hatasından dolayı bir kaçak oluştuğunda, kaçak akım topraklama direnci üzerinden devresini tamamlar. Bu durumda tesadüfen arızalı cihaza temas eden bir insan, paralel olarak kaçak akımın devresine girer ve kaçak akımın bir kısmı da insan vücudu üzerinden toprağa akar.



Şekil 2.2: Endirekt temas

Bu yüzden endirek temas durumlarında topraklamanın nasıl yapıldığı çok önemlidir. Endirek temas durumunda alınması gereken iki temel önlem vardır :

- Temasın söz konusu olduğu devrede toprak kaçak akım cihazı kullanılması
- Temasa müsait tüm gövdelerin topraklanması

2.1.2.3. Kaçak Akım Koruma Şalterleri

Kaçak akım koruma şalterleri, bağlı bulunduğu şebekede oluşan herhangi bir kaçak durumunda devreyi açarak güvenli bir koruma sağlar. Kaçak akım koruma şalterleri, hayat koruma ve yangın koruma olmak üzere iki şekilde üretilir.



Resim 2.1.:Kaçak akım koruma şalterleri

- **Hayat koruma:** IEC 60479-1'e göre kaçak akımın 30 mA değeri, insan sağlığı açısından sınır değerdir. Kaçak akım koruma şalteri 30 mA (sınır değerinde) ve üstündeki değerlerde devrenin enerjisini ani olarak keserek güvenli bir koruma sağlar.

Uygulama alanları:

- Direk temaslara karşı korumada
 - Endirek temaslara karşı korumada
 - Tehlikeye açık olan bütün durumlarda (antiyeler, havuz, yat limanı vs.)
- **Yangın koruma:** Kaçak akım değeri 300 mA'e ulaştığında, elektrik arkının oluşturduğu ısıdan dolayı yangın tehlikesi başlar. Kaçak akım koruma şalteri, kaçak akımın 300 mA eşik değerinde ve üstündeki değerlerde mal ve can güvenliği açısından devrenin enerjisini keserek güvenli bir koruma sağlar.

Uygulama alanları :

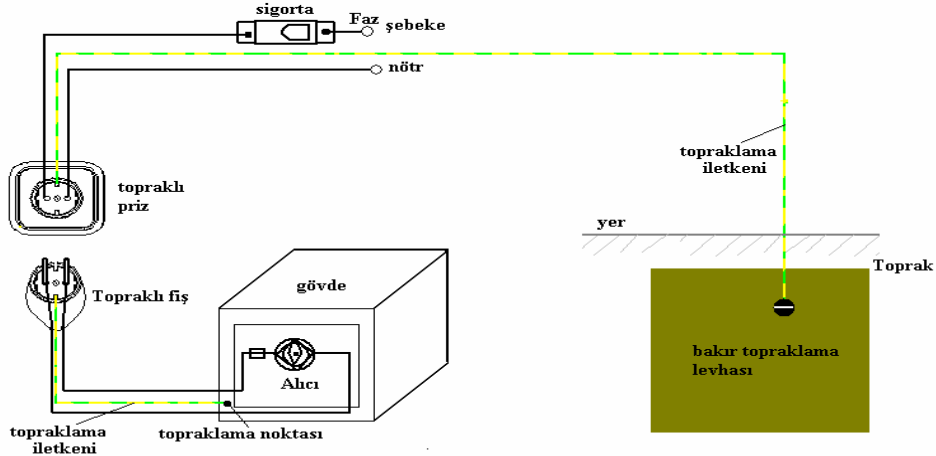
- Yangın riski olan yerlerde
- Endirek temaslara karşı korumada

2.1.3. Amaçlarına Göre Topraklama Çeşitleri

Koruma, işletme ve yıldırıma karşı topraklama olmak üzere üç çeşittir.

2.1.3.1. Koruma Topraklaması

İnsanları ve canlıları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için cihazların gerilim altında olmayan metal kısımlarının topraklanmasıdır.



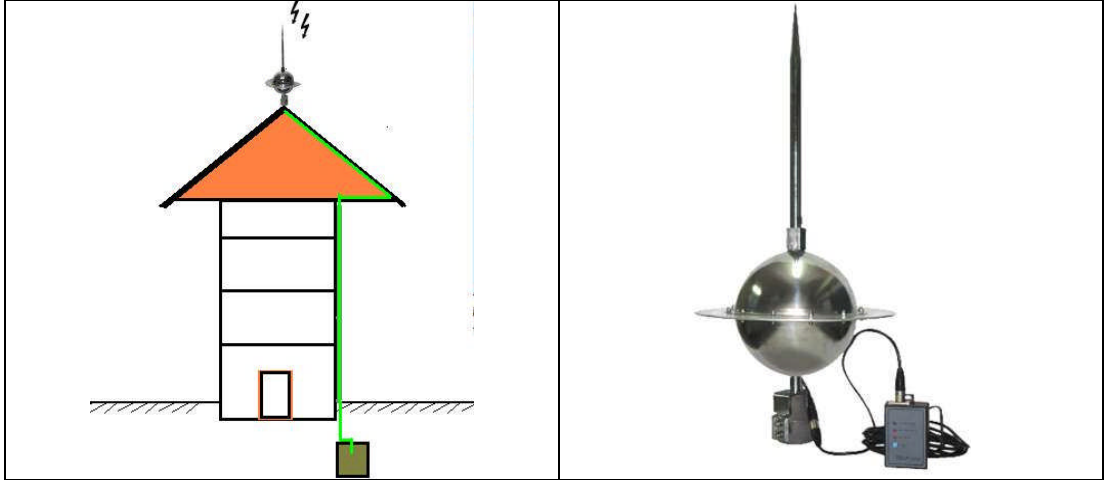
Resim 2.2: Koruma topraklaması

2.1.3.2. İşletme Topraklaması

Bir iş yeri veya fabrikanın enerjisini sağlamak için çalışan trafonun veya alternatörün yıldız noktalarının topraklanmasıdır.

2.1.3.3. Yıldırıma Karşı Topraklama

Yıldırım düşmesi sonucunda işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atlamalara (geri atlamalar) geniş ölçüde önlemek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır. Yıldırım topraklaması sistemine **paratoner** de denilmektedir. Paratoner sisteminde yakalama çubuğu vardır ve bu çubuk binaların en üst noktasına monte edilir. Bu çubuğa toprak iletkeni bağlanır ve bağlanan iletken toprak içindeki elektroda tutturulur.



Resim 2.3: Yıldırım topraklaması

2.1.3.4. Fonksiyon Topraklaması

Dönüş hattı olarak toprağı kullanan iletişim tesislerinin çalışabilmesi için yapılan işletme topraklamasına **fonksiyon topraklaması** denmektedir. Raylı sistem topraklaması, parafudurların topraklaması da bu sınıf içinde düşünülmektedir. Paratoner topraklaması da fonksiyon topraklamasına bir örnektir.

2.1.4. Alçak Gerilim Şebekeleri

Tesisat yönetmelikleri, alçak gerilim şebekelerinde kullanılmak üzere, temel olarak üç çeşit topraklama bağlantısı bildirmektedir. Bağlantı şekillerini belirleyen isimlerde ilk harf trafonun sıfır noktasının toprakla bağlantı durumuna işaret etmektedir.

T: Toprağına bağlı

I : Toprakta yalıtılmış

İkinci harf ise cihazların toprağa bağlantı durumunu göstermektedir.

T: Toprağa bağlı
N: Sıfır hattına bağlı

Bu duruma göre üç ana sistem TT, TN, IT şeklinde oluşmakta TN sistemin ise yine üç adet alt grubu meydana gelmektedir.

TN-C, TN-S, TN-C-S

2.1.4.1. Topraklama Direnci

Bir topraklama tesisi ile bundan yeteri kadar uzakta bulunan referans toprak arasında ölçülen direnç değeridir. Bu değer topraklama barasından başlayarak, topraklama iletkeni ve barasının dirençleri, topraklama elektrotları ile toprak arasındaki geçiş direnci, topraklayıcıdaki yayılma direnci ve toprağın direncinden oluşur. Topraklama iletkenleri ve topraklama barasının dirençleri, yayılma direnci yanında çok küçüktür. Geçiş direnci de iyi yapılmış bir tesiste ihmal edilebilir. Toprak direnci ise toprak öz direncinin çok büyük olmasına karşın akımın toprak içinde dağıldığı yüzeyin büyüklüğü dikkate alınarak hesaplara girmez. Sonuç olarak topraklama direncinin topraklayıcının yayılma direncinden oluştuğu kabul edilir. Toprak öz direnci toprak cinsine, rutubet durumuna ve sıcaklığa bağlıdır.

2.1.5. Topraklama Elemanları






Topraklama işleminde kullanılacak elemanları sıralarsak:

- Topraklama iletkeni,
- Topraklayıcılar,
- Bağlantı elemanları
- Zemindir.

2.1.5.1. Topraklama İletkenleri

Topraklanacak bir aygıtı veya tesis bölümünü bir topraklayıcıya bağlayan, toprağın dışına ya da yalıtılmış olarak toprağın içine çekilmiş bir iletkenidir. Çeşitli kalınlıkta yuvarlak, örgülü veya yassı lama şeklinde bakır veya galvanizli iletken yapılmaktadır.

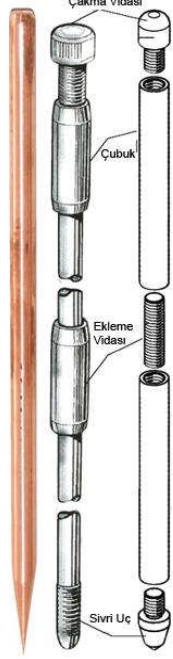

Topraklama sistemlerinde kullanılan iletken çeşitleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

➤ Som Bakır İletkenler	
➤ Örgülü Bakır İletkenler	
➤ Bakır Şerit	
➤ Esnek Örgülü Bakır İletkenler	
➤ PVC Kaplı Bakır Topraklama İletkenleri	
➤ Örgülü Alüminyum İletkenler	
➤ Monotron İletkenler	
➤ Çelik İletken	
➤ Galvanizli Çelik Şeritler	

Tablo 2.1: Topraklama iletkenleri

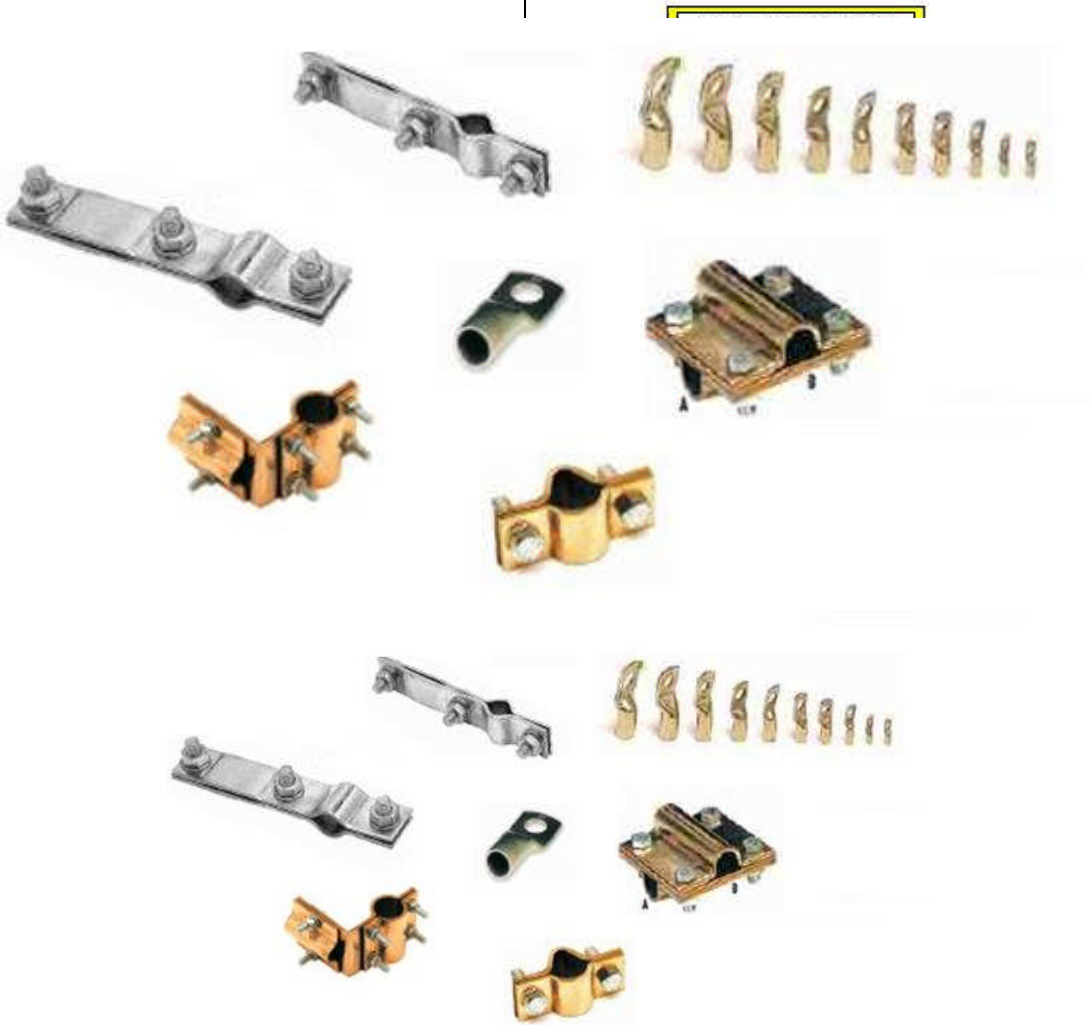
2.1.6. Topraklayıcılar

En çok kullanılan topraklama tipleri aşağıdadır.

<p>Derin Topraklayıcılar Çubuk, Profil Topraklama Elektrodu</p> <p>Topraklama çubuklarının olabildiğince dik çakılmasıyla yapılan topraklamadır. Çakılan çubuklar arasındaki mesafe en az bir topraklayıcının boyunun iki katı olmalıdır.</p>	
<p>Yüzeysel Topraklayıcılar (Yatay gömülü elektrotlar, yuvarlak kesitli iletkenler ve şerit iletkenler)</p> <p>Uygun boyda indirme iletkenin toprağa girdiği nokta etrafında bir doğrultuda veya aralarında en az 60° açı bulundurmak şartı ile yıldız şeklinde döşenmiş şeritlerle yapılan topraklamadır. Şeritler toprak yüzeyinden 40 cm derinliğe gömülmeli, kesiti 3x20 mm'in altında olmamalıdır. Bu tür topraklamalar genellikle kayalık zeminlerde tercih edilmektedir.</p>	

Levha Elektrotla Topraklama

Etkinliđi nispeten az olduğundan, topraklama elektrodu olarak levha kullanılmasından m¼mk¼n olduğunca kaçınılmalıdır. Levhaların toprağa dikey olarak g¼m¼lmesi ile yapılan topraklamadır. Toprak i¼inde kaplanan y¼zeyi dolu levha yerine ađ yapıdaki levha elektrotlar tercih edilmelidir. Yatay veya dikey kullanımı m¼mk¼n olan ekonomik elektrotlardır.



Resim 2.4: Topraklama bağlantı elemanları

2.1.8. Zemin

Topraklama yapılacak yerin öncelikle toprak özgül direnci ölçülmelidir. Topraklama direncini ölçtüğümüz ölçü aletlerine meger denir.

Ölçülen özgül direnç (ρ) değerine göre topraklayıcı düzeneği seçilmelidir. Seçilen düzenek, toprak yapısına uygun olmalı, toprak, hata ve kaçak akımlarını kolayca toprağa aktarabilmelidir.



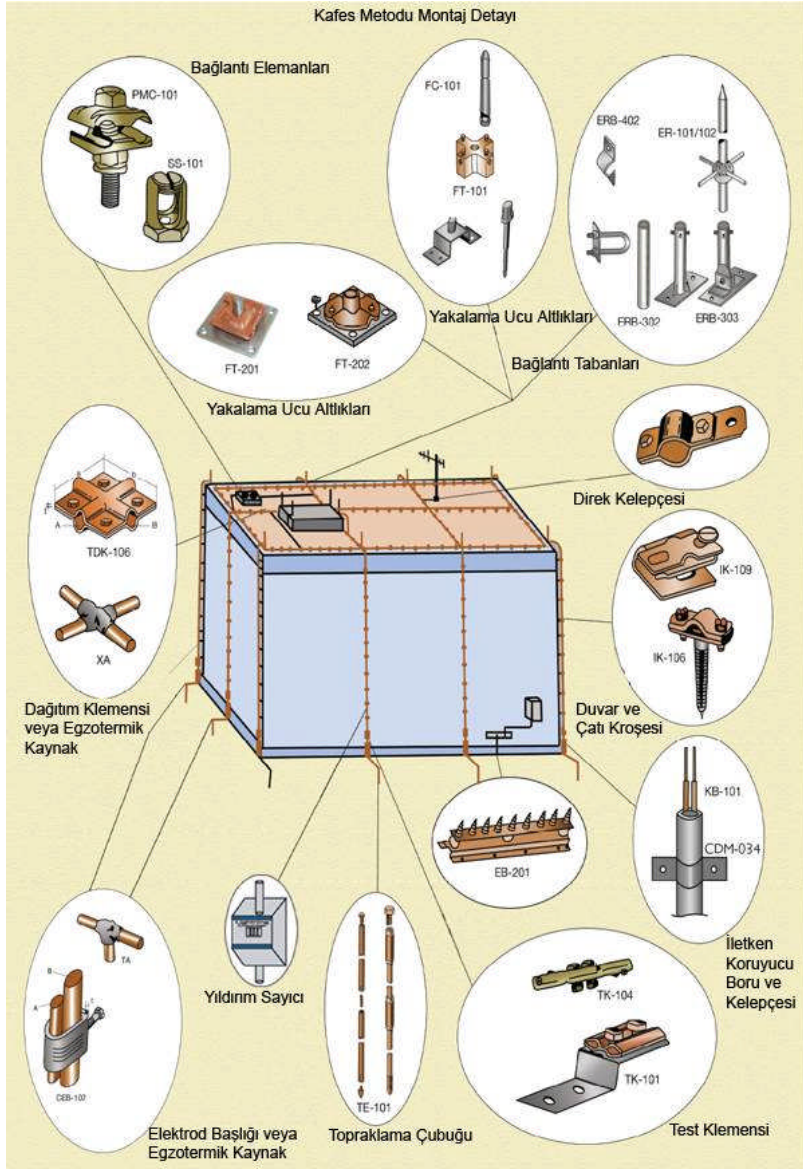
Resim 2.5: Çeşitli topraklama ölçü aletleri

2.1.9. Özel Ortamlarda Topraklama

Yukarıda da belirtildiği gibi topraklamanın genel amacı elektriksel olarak yalıtılmış durumda olan, ancak çeşitli nedenlerle insan ve cihaz güvenliği açısından oluşan sakıncaları gidermektir.

Biyomedikal cihazlarda kullanılan topraklama yapısı, ölçümlerde gereken hassasiyet nedeniyle normal elektrikli ev aletlerine göre çok daha hassas olmak durumundadır. Biyomedikal cihazlarda ölçmeyi etkileyecek en ufak bir elektriksel gürültü bile teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan bu cihazlarda yanlış sonuçlara varılmasına sebep olur.

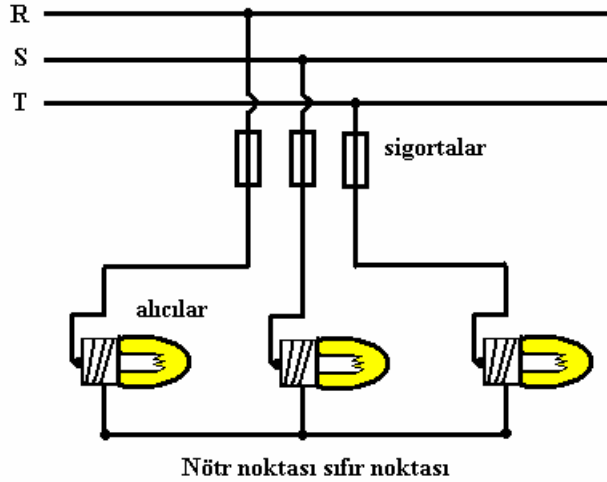
Özel nitelikli bu cihazların servis el kitapları iyi bir şekilde incelenip özellikle yapılması gereken bir topraklama işlemi olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu hassasiyetten dolayı hastanelerde bina tesisatları yapılırken özel nitelikli tesisat yapılması ve gerekli durumlarda cihaza özel topraklama sisteminin kurulması gerekebilir.



2.2. Sıfırlama

2.2.1. Tanımı

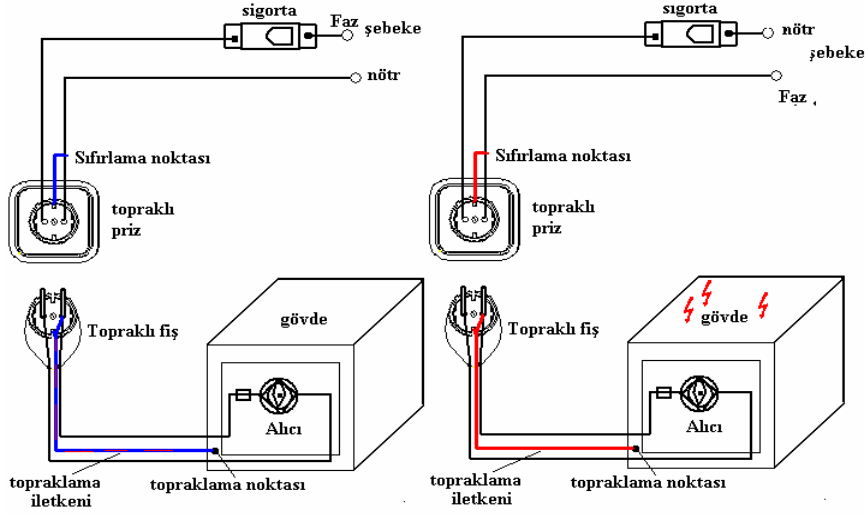
Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının şebekenin sıfırlama hattına (topraklanmış nötr hattına) veya ayrı çekilmiş koruma iletkenine bağlanmasıdır. Alternatör, trafo gibi cihazların topraklanmış sıfır (nötr) noktalarından çıkan hatlara **sıfır** veya **nötr hattı** denir. Topraklamaya göre daha kolay ve ucuz olan bu korunma şeklinde, elektrikli cihazda herhangi bir kaçak olduğunda kısa devre meydana gelir ve sigorta atarak cihazın enerjisini keser. Yani sıfırlama yapılmakla, gövdede ki kaçak arızası kısa devreye dönüştürülerek sigortayı atırmak suretiyle devrenin enerjisi kesilmiş olur. Masrafsız ve kolay uygulanmasının yanında, sıfırlamanın birtakım sakıncaları da vardır.



Şekil 2.3: Nötr sıfır noktası

2.2.2. Sakıncaları

Giriş faz nötr iletkenleri eğer yer değiştirilirse, alıcılar üzerinde faz verilmiş olur. Normalde nötr hattında enerji bulunmamalı, ancak şebeke hatlarının dengesiz yüklenmesi sonucu olarak nötr hattında da enerji olabilir. Küçük değerdeki kaçaklar sigorta tarafından algılanmayacağı için, cihaza dokunan kişiler içinde her zaman potansiyel tehlike oluşturur.



Resim 2.7: Sıfırlama sakıncaları

Yukarıdaki şekilde çok yanlış bir uygulama olarak karşılaşılabileceğimiz bir tek fazlı sıfırlama yöntemi (toprak hattı bulunmayan yerlerdeki bir uygulama) görülmektedir. Herhangi bir etkene bağlı olarak fazla nötr yer değişmesi nedeniyle koruma topraklaması direkt olarak fazın gövdeye uygulanmasına sebep olur. Bu da oldukça ciddi sonuçlar doğurabilir.

2.3. Topraklama ile İlgili Yönetmelik Maddeleri

2.8.1979 tarih ve 16715 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, şıkları ile birlikte 30 maddeden ibarettir. Burada yalnızca, iç tesisat ile ilgili bazı maddeler açıklanacaktır.

- **Madde:3-a. 5-Toprağa karşı gerilim:** Orta noktası ya da yıldız noktası topraklanmış şebekelerde, bir faz iletkeninin bu noktalara karşı gerilimidir. Bu gerilim, faz gerilimine eşittir. Bunun dışındaki bütün şebekelerde bir faz iletkeninin toprağa temas etmesi durumunda, diğer faz iletkenleri ile toprak arasında oluşan gerilimdir.
- **Madde:3-a. 6- Aktif bölümler:** işletme araçlarının normal işletme şartlarında gerilim altında bulunan iletkenleri ile iletken bölümleridir.
- **Madde:3-b. 1-Toprak:** Yeryüzünün, madde ve yer olarak ifadesidir.
- **Madde:3-b. 2-Nötr toprak(referans toprağı):** topraklayıcıdan yeterince uzak olan ve topraklama tesisinin etki alanı dışında kalan yeryüzü bölümüdür.
- **Madde:3-b. 3-Topraklama iletkeni:**Topraklanacak bir aygıtı ya da tesis bölümünü bir topraklayıcıya bağlayan, toprağın dışında ya da yalıtılmış olarak toprağın içinde çekilmiş bir iletkenidir.
- **Madde:3-b. 6-Topraklamak:** Elektriksel bakımdan iletken bir parçayı topraklama tesisi üzerinden toprağa bağlamaktır.

- **Madde:3-b. 8-**Topraklayıcı: Toprağa gömülü ve onunla iletken bağlantısı olan iletken parçasıdır.
- **Madde:3-b. 11-**Topraklama çeşitleri:
 - Koruma topraklaması: İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme akım devresinde bulunmayan iletken bir bölümün topraklamasıdır.
 - İşletme topraklaması:İşletme akım devresinin bir noktasının, aygıtların ve tesislerin normal işletilmesi için topraklanmasıdır.
 - Yıldırıma karşı topraklama: Yıldırım düşmesi sonucunda işletme gereği gerilim altında bulunan iletkenlere atmaları geniş ölçüde önlemek için işletme akım devresine ilişkin olmayan iletken bölümlerin topraklanmasıdır.
- **Madde :9-** Topraklayıcıların boyutlandırılması ve topraklayıcı gereçleri:

Topraklayıcının Gereci	Topraklayıcının Biçimi	Topraklayıcının En Küçük Kesiti (mm ²)	Topraklayıcının En Küçük Kalınlığı
Galvenizli Çelik	Şerit	100	3
	Örgülü İletken	95	
	Dolu Yuvarlak Çubuk	78	10
	Profil Çubuk (Köşe demiri)	100	3
	Boru	-	En Küçük Çap:25 En Küçük Et Kalınlığı:2
	Levha	-	3 mm (Ebat:0,5 mx 1m)
Bakır Kaplamalı Çelik	Dolu Yuvarlak Çubuk	Çelik 50 Bakır En Az: 35mm ²	-
Bakır	Şerit	50	2
	Örgülü İletken	35	En Küçük Çap:1,8 mm
	Dolu Yuvarlak Çubuk	35	-
	Boru	-	En Küçük Çap:20 En Küçük et Kalınlığı:2
	Levha	-	2 mm (Ebat:0,5 mx 1m)

- **Madde :10-** Topraklama iletkenlerinin boyutlandırılması
- **Madde: 10-a.** 1- Topraklama iletkeni için mekanik dayanım bakımından izin verilen küçük kesitler (mm²):

Telin Cinsi	İletken Gerecinin Cinsine Göre Anma Kesiti : (mm ²)		
	Bakır	Alüminyum	Demir
Alçak Gerilim Tesisleri(Mekanik Bakımdan Korunmuş)	1,5	2,5	50 Çelik Şerit (En ince Kalınlık2,5 mm)
(Mekanik Bakımdan Korunmamış)	4	Kullanılmaz	
Yüksek Gerilim Tesisleri	16	35	50 Sıcak Galvenizli ve Bakır Kaplamalı

- **Madde :10-a.5-** Toprak içine döşenen topraklama iletkeni çıplak ise, bu iletken parçası topraklayıcı sayılır ve buna göre boyutlandırılır.
- **Madde: 12-** Topraklayıcıların düzenlenmesi:

Topraklayıcılar, birbirlerine ve topraklama iletkenlerine kaynak, cıvata ya da klamens ile elektriksel bakımdan iletken olarak bağlanmalıdır. Zemin şartları izin verdiğinde, yüzeysel topraklayıcıların genel olarak 0,5-1 m, derinliğe döşenmesi gerekir. Topraklayıcının çevresine killi ya da humuslu toprak doldurmak ve sıkıştırmak tavsiye edilir.

Derin topraklayıcılar, olabildiğince toprağa düşey olarak ve üst ucu toprağın en az 0,5 m altında olacak şekilde çakılmalıdır.

Levha topraklayıcılar, toprağa düşey olarak gömülmelidir. Genellikle 0,5x1 m boyutlu levhalar kullanılır. Levhaların üst yüzeyi toprak yüzeyinden en az 1 m aşağıda olmalıdır.

- **Madde: 13-** Topraklama iletkenlerinin çekilmesi: Topraklanacak bölümler kesinlikle seri bağlanmamalı ve her zaman paralel topraklama iletkenleri üzerinden topraklama barasına bağlanmalıdır. Toprak dışındaki topraklama iletkenleri kolayca görülebilecek ve muhafaza içindekiler kolayca erişilebilecek şekilde yerleştirilmelidir. Topraklama iletkenleri ve topraklama baraları üzerine anahtar ve sigorta konulamaz. Betonarme yapılarda, topraklama iletkenleri beton içine döşenebilir.
- **Madde:14-** Koruma topraklamasının yapılması:
- **Madde:14-a.**1-Genel olarak makinelerin, aygıtların ve tesislerin işletme akım devrelerine ilişkin olmayan fakat yalıtım hatası, ark ya da kaçak akımların etkisi ile gerilim altına girebilen ve insanların dokunabileceği metal ve iletken gövdeleri ile muhafazaları, koruma amacı ile topraklanır.


➤ **Madde:14-a.2-**

- Evlerde kullanılan ve insanların dokunabilecekleri dış muhafazaları iletken olan her çeşit aygıtların metal bölümü.
- Atölyeler ve işyerlerinde her çeşit elektrik motorları, aygıtlar ve tesisler,
- Sacdan yapılmış dağıtım tabloları, kabloların metal kılıfları ve ekranları, metal kablo başlıkları ve bütün metal kısımlar,
- Hava hattı şebekelerinde demir direkler, topraklanmalıdır.

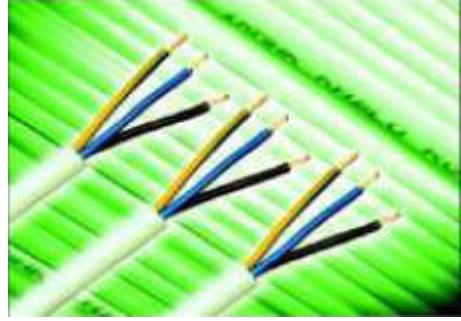
UYGULAMA FAALİYETİ

Topraklı Uzatma Kablosu Yapımı

Tek erkek ve tek dişi topraklı fişten oluşan 3 metrelik topraklı ara kablosu kullanarak uzatma kablosu yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü giyiniz.➤ Genel iş güvenliği önlemlerini alınız.➤ Ortamın temizliğini kontrol ediniz.➤ Gerekli olan malzeme seçimini yapınız.➤ Gerekli olan el aletleri seçimini yapınız.➤ Erkek topraklı fişi sökünüz.➤ 3 x 2,5 mm² çok telli iletkeni, erkek fişin klamensine göre yalıtımından ayırınız.➤ Erkek fişe iletken bağlantısını yapınız ve söktüğünüz kısımları geri takınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Malzeme listesi oluştururken aşağıdaki resimlerden faydalanabilirsiniz.➤ Elemanları sökerken ve takarken uygun alet seçimine dikkat ediniz.➤ ⚡ Kontrol kalemi tornavida değildir. ⚡  <ul style="list-style-type: none">➤ Söktüğünüz vidaları uygun bir yere bırakınız.➤ ⚡ Kablo soyarken kullandığınız aletlerin kesici ve delici nitelikte olduğunu unutmayınız. ⚡

- Aynı işlemi dişi topraklı priz içinde gerçekleştiriniz.



- Çok damarlı kablo kullanırken tellerin bir kısmının dışarıda kalmamasına dikkat ediniz.

- AVO ölçü aletiyle iletim ve kısa devre kontrollerini yapınız.



- Çalışmanızı öğretmeninize teslim ediniz

- İletkenleri terminale bağlarken vidanın dönüş yönünde olmasına dikkat ediniz.

- Kullandığınız aletleri malzeme odasına teslim ediniz.



- Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

A- Aşağıdaki sorularda boşluğa gelebilecek uygun sözcüğü yazınız.

- 1..... bir yalıtım hatasından meydana gelecek olan adım ve dokunma gerilimlerinin insan hayatını tehlikeye sokacak düzeyde olmasını önlemek veya bu tehlikeli gerilimleri tamamen ortadan kaldırmak için yapılır.
2. Bir işyeri veya fabrikanın enerjisini sağlamak için çalışan trafonun veya alternatörün yıldız noktalarının topraklanmasına, denir.
3. Yıldırım topraklamasının diğer bir adı dasistemidir.
4. Topraklama direncini ölçen ölçü aletlerinedenir.

B- Uygun seçeneğini işaretleyiniz.

5. Sıfırlama maliyeti düşük bir sistemdir.

A) Doğru B) Yanlış

6. Sıfırlama yapma oldukça güvenli bir koruma yöntemidir.

A) Doğru B) Yanlış

7. Biyomedikal cihazlarda kullanılan topraklama yapısı normal elektrikli ev aletlerine göre çok daha hassas olmak durumundadır.

A) Doğru B) Yanlış

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı modül sonundaki cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu modül ile uygun ortam sağlandığında temel elektrik devrelerini kurup sınıflandırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Elektrikle çalışan cihazların elektrik devrelerinde gördüğünüz elemanları sıralayarak bir rapor haline getiriniz. Hazırladığınız raporu sınıf ortamında sununuz.

Araştırma konularını evde, okulda, üniversitede, ilgili işletmelerde, teknoloji ve bilgi üretim merkezlerinde, İnternette vb. yerlerde araştırınız.

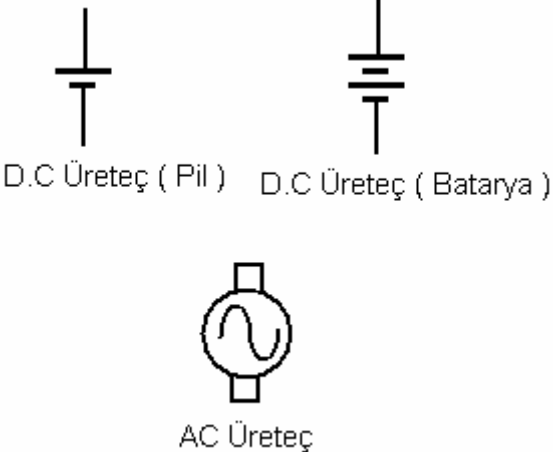
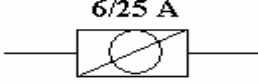
3. ELEKTRİK DEVRESİ

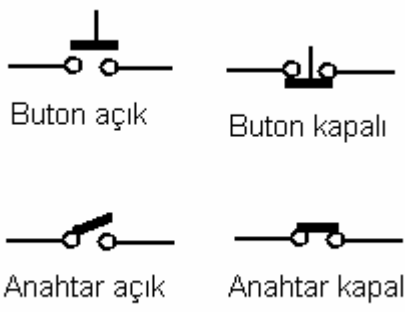
3.1. Tanımı

Üreteçten çıkan akımın alıcı üzerinden geçerek tekrar üretece ulaşması için izlediği yola **elektrik devresi** denir.

Elektrik enerjisi ile çalışan herhangi bir aygıtın çalıştırılabilmesi için, içinden sürekli akımın geçmesi gereklidir. Bu da ancak aygıtın devresine bağlanan elektrik enerji kaynağı (pil, akü, batarya, alternatör vb.) ile temin edilir.

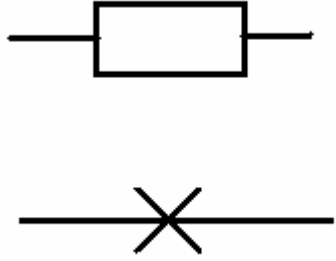
3.2. Devre Elemanları ve Tanımlar

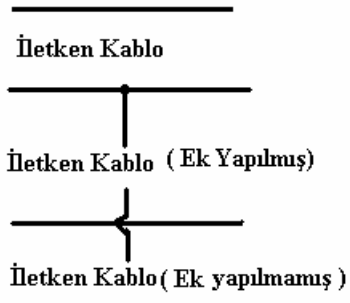
<p>Üreteç</p> <p>Herhangi bir enerjiyi (kimyasal, mekanik, ısı, ışık), elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanlarına üreteç veya kaynak denir. Kısaca elektrik enerjisi üreten devre elemanıdır. Yanda çeşitli üreteçlere ait semboller verilmiştir.</p>	 <p>D.C Üreteç (Pil) D.C Üreteç (Batarya)</p> <p>AC Üreteç</p> <p>Şekil 3.1: Üreteç sembolü</p>
<p>Sigorta</p> <p>Devreyi normal çalışma akımının üzerindeki daha büyük akımlara karşı koruyan bir devre elemanıdır. Devrenin güvenliği için kullanılır.</p>	 <p>6/25 A</p> <p>Şekil 3.1: Sigorta sembolü</p>

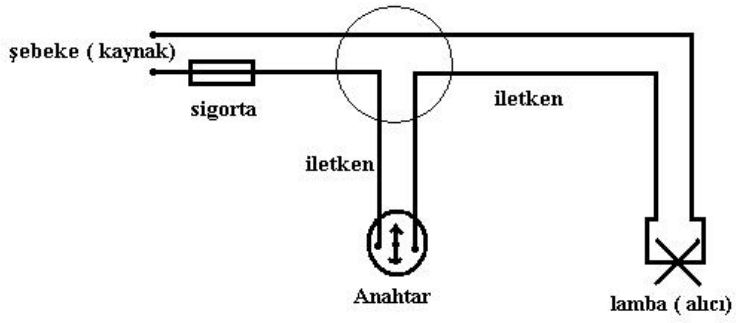
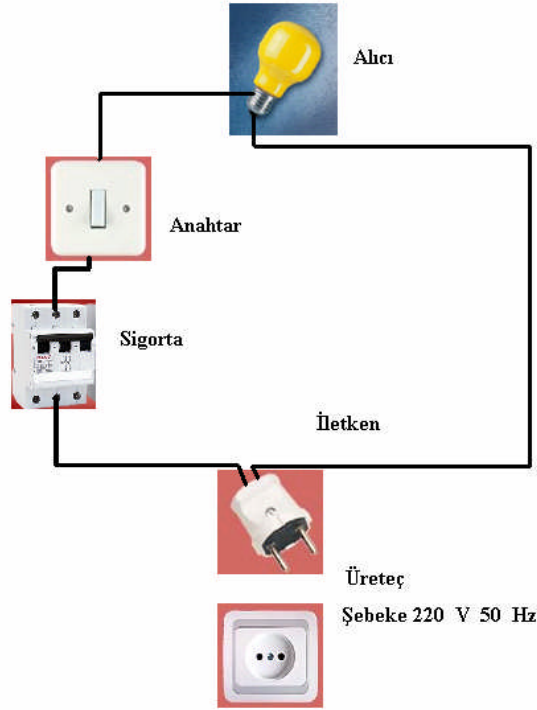
<p>Anahtar veya Buton</p> <p>İstenildiği zaman elektrik akımının geçişini sağlayan, istenildiği zaman akımın geçişini durduran devre elemanıdır. Devreyi açıp kapatmaya yarar.</p>	 <p>Buton açık Buton kapalı</p> <p>Anahtar açık Anahtar kapalı</p> <p>Şekil 3.2: Anahtar ve buton sembolleri</p>
---	---

Buton ile anahtar arasındaki fark ise; butona basıldığında konum değiştiren (elektrik akımının geçişine izin veren), bırakıldığında tekrar eski konumuna dönen (elektrik akımının geçişine izin vermeyen) devre elemanı olup, buna **liht** da denir. Anahtar ise tekrar konum değiştirmez yani ilk konumunu muhafaza eder.

Anahtar veya buton açık ise devre akımını geçirmez, ancak kapalı olmaları durumunda devre akımını iletir. Büyük akımları kumanda eden anahtarlara **şalter** denir.

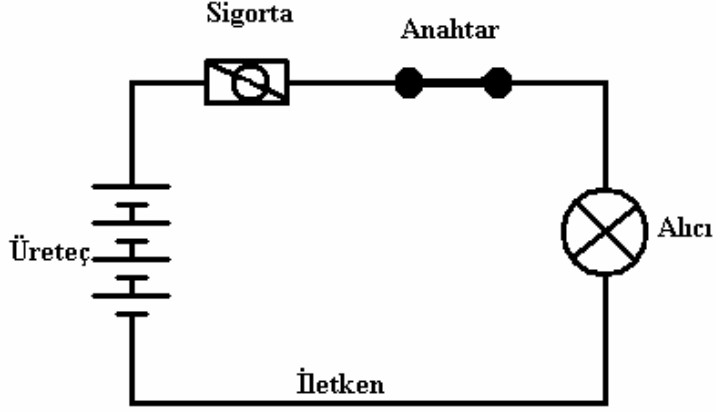
<p>Alıcı</p> <p>Aldığı elektrik enerjisini başka bir enerjiye dönüştüren devre elemanına alıcı, yük veya almaç denir. Örneğin; lamba ışık enerjisine, fırın ısı enerjisine, zil ses enerjisine ve motor hareket enerjisine dönüştürür.</p>	 <p>Şekil 3.3: Alıcı sembolleri</p>
---	---

<p>İletken</p> <p>Elektrik devre elemanlarının birbirine bağlantısının yapıldığı ve elektrik akımını ileten metal tellere (bakır,alüminyum vb.) iletken veya kablo denir.</p> <p>Elektrik iç tesisatta üzeri yalıtılmış iletkenler kullanılır.Kullanılacak amaca göre farklı kesitlerde seçilir.</p>	 <p>İletken Kablo</p> <p>İletken Kablo (Ek Yapılmış)</p> <p>İletken Kablo (Ek yapılmamış)</p> <p>Şekil 3.4 : İletken ve bağlantı sembolleri</p>
---	--



Şema 3.1: Elektrik devresi

3.3. Elektrik Devresinin Çizimi



Şema 3.2: Elektrik devresi

3.3.1. Elektrik Devre Çeşitleri

Elektrik devreleri, devrede dolaşan akımın, alıcıdan geçmesine göre;

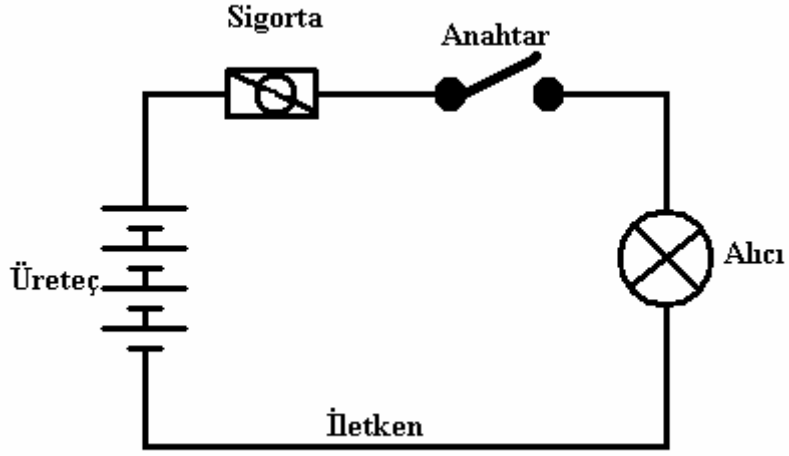
- Açık devre,
- Kapalı devre,
- Kısa devre olarak adlandırılır.

3.3.1.1. Açık Devre

Eğer bir devrede anahtar açık olduğu için, sigorta açık olduğu için ya da akım yolunda bir kopukluk olduğu için üreteçten almaca enerji aktarılamıyorsa bu devrelere **açık devre** denir. Açık devrede alıcı çalışmaz.

Açık devrenin oluşması için gerekli koşullar:

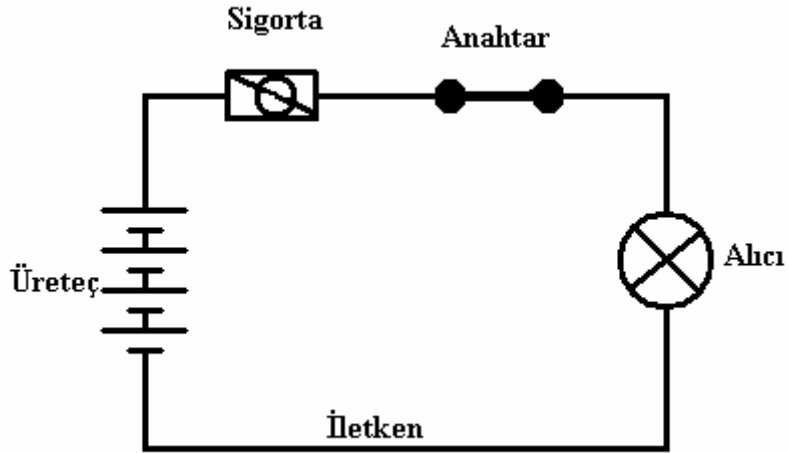
- Anahtarın açık olması
- Sigortanın devreyi açmış olması
- İletkenlerde kopukluk olması
- Alıcının arızalı olması
- Ek yerlerinde veya elemanların bağlantısında temassızlık olması



Şema 3.3: Açık devre

3.3.1.2. Kapalı Devre

Bir elektrik devresinde anahtar kapalı, iletkenler sağlam ve üreteçteki enerji alıcıya ulaşıyorsa bu tür devreye kapalı devre denir. Alıcı çalışır.



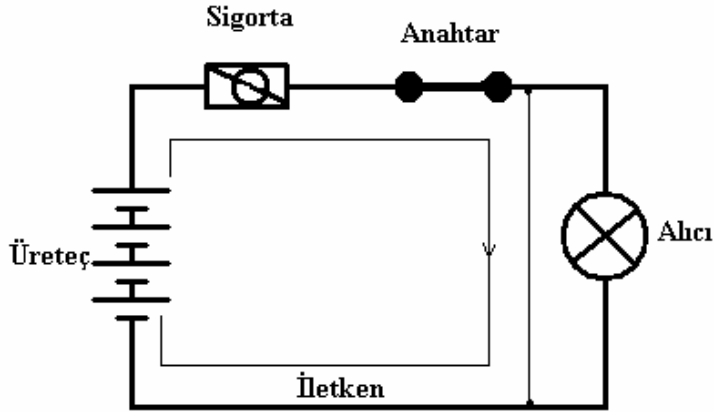
Şema 3.4: Kapalı devre

3.3.1.3. Kısa Devre

Anahtar kapalı olmasına rağmen herhangi bir nedenle elektrik akımı, alıcıya gitmeden devresini daha kısa yoldan veya direnci yok denecek kadar az olan yoldan tamamlıyorsa, bu şekildeki devrelere **kısa devre** denir. Alıcı çalışmaz.

Üreteç gerilimi karşısında direnç sıfır olduğundan devreden büyük değerde akım geçmek ister. Böyle durumda koruma elemanı olarak kullanılan sigorta devreyi açar.

İletkenlerin, yalıtkan kısımlarının özelliğini kaybetmesi sonucunda, iletkenlerin birbirine teması kısa devreye neden olur. Bu, arıza çeşitlerinden biri olup, arzu edilmeyen bir durumdur. Bunu önleyebilmek için devreye uygun değerde sigorta bağlanmalıdır.



Şema 3.5: Kısa devre

3.4. Uygulamada Dikkat Edilecek Hususlar

Elektrik devrelerini oluştururken öncelikle takip edilmesi gereken işlem basamakları

- Ortamın elektriksel güvenliğini sağlamak
- İşe uygun malzeme seçimini yapmak
- İşe uygun koruyucu malzeme kullanmak
- Devrenin niteliğine göre çalışma esnasında devre kaynağını devreden ayırmak
- Devre üzerindeki koruma elemanlarının devreyi açık tutmasını sağlamak
- Bağlantısı yapılacak elemanları sökmek ve takmak için uygun alet seçimine özen göstermek
- Elektriksel bağlantıların izolasyonuna (yalıtımına) özen göstermek

3.5. Uygulama Yapımı İşlem Sırası

Elektrik devrelerinde devredeki alıcıya göre iletken ve sigorta seçimi yapılmalıdır. Sigorta seçimi alıcının gücüyle doğrudan ilgilidir. Temel bir elektrik devresinde elektrik şebekesinden (220 Volt 50 Hz) 2200 watt gücünde bir ısıtıcının çalıştırıldığını varsayalım. Bu durumda devre üzerinde kullanılması gereken sigorta akımı :

$$P = U \times I \quad \text{ifadesinden}$$

$$I = P/U \quad \text{olur .}$$

Bu durumda verilen değerleri yerine koyalım.

$$I = 2200/220 \quad \text{ifadesinden 10 amper çıkar.}$$

Öyleyse sözü geçen devre için kullanılacak sigorta en az 10 amper olmalıdır.

Devre elemanlarının birbiri ile iletimini sağlayan eleman iletkenlerdir. Devre yapımı sırasında seçilecek iletkenin de devre yapısına uygun olması gerekir. İletkenin taşıyabileceği akım sınırı iyi belirlenmeli ve devreye uygun iletkenler kullanılmalıdır.

İletkenler de cinslerine bağlı olarak elektrik akımına karşı zorluk gösterebilir, başka bir deyişle iletkenlerin de dirençleri vardır. İletken dirençleri, iletkenin boyuyla doğru, kesitleriyle ters orantılı olarak değişmektedir.

Bu tanım $R=\rho.L/S$ ifadesiyle tanımlanabilir.



Bu ifadede;

R= İletken direncini (Ω)

ρ = İletken cinsine bağlı öz direnci(Ω mm²/m)

L= İletkenin boyu (metre)

S= iletkenin kesiti (mm²) tanımlamaktadır.

İşlem basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Genel güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Ortamın temizliğini kontrol ediniz. ➤ Devre için gerekli devre şemasını teknik resim normlarına uygun olarak çiziniz. ➤ Malzeme listesini çıkartınız. 	<p>⚡ Enerji altında çalışmayınız. ⚡</p> <p>⚡ Meslek resmi dersinize ait modüllerden sembolleri ve bağlantı şemalarını bulabilirsiniz.</p>  <p>⚡ Şebekeden enerji almak için bir fiş ve iki kablodan oluşan bir ara kablosu yapınız.</p> <p>Şebekeden enerji almak için priz kullanılacaktır.</p>  <p>⚡ Elektrik devrelerinde kullandığınız sigortaların devre akımını taşıyacak nitelikte olmasına dikkat ediniz. (Devre akımından küçük veya devre akımından çok büyük olmamalıdır.)</p>

- Gereken malzemeleri ve el aletlerini malzeme odasından alınız.
- Devreye uygun olarak elemanları bağlayınız.
- Sistemin çalışmasını kontrol ediniz.
- Devreye uyguladığınız gerilimini ölçü aletiyle ölçünüz
- Malzemeleri dikkatlice sökünüz ve teslim ediniz.
- Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.



⚡ Sıva üstü tesisatlar için sıva üstü, sıva altı tesisatlar içinse sıva altı malzemeler kullanınız.

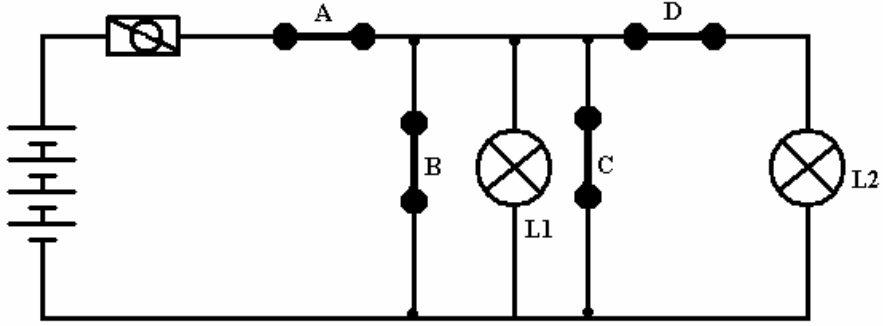


⚡ Anahtarın alıcıya seri bağlandığını unutmayınız.



⚡ Priz devreye paralel bağlanır, unutmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



Aşağıdaki tabloda L1 ve L2 lambaların hangi koşullarda yanıp yanmayacağını L1 ve L2 sütunlarının altına (YANAR) , (YANMAZ) olarak belirtiniz. Neden kısmına ise AÇIK KAPALI VE KISA olarak devre yapısını yazınız. A,B,C,D devre üzerindeki anahtar konumlarını vermektedir.

A	B	C	D	L1	L2	NEDEN
KAPALI	KAPALI	KAPALI	KAPALI			
KAPALI	KAPALI	KAPALI	AÇIK			
KAPALI	KAPALI	AÇIK	KAPALI			
KAPALI	KAPALI	AÇIK	AÇIK			
KAPALI	AÇIK	KAPALI	KAPALI			
KAPALI	AÇIK	KAPALI	AÇIK			
KAPALI	AÇIK	AÇIK	KAPALI			
KAPALI	AÇIK	AÇIK	AÇIK			
AÇIK	KAPALI	KAPALI	KAPALI			
AÇIK	KAPALI	KAPALI	AÇIK			
AÇIK	KAPALI	AÇIK	KAPALI			
AÇIK	KAPALI	AÇIK	AÇIK			
AÇIK	AÇIK	KAPALI	KAPALI			
AÇIK	AÇIK	KAPALI	AÇIK			
AÇIK	AÇIK	AÇIK	KAPALI			
AÇIK	AÇIK	AÇIK	AÇIK			

MODÜL DEĞERLENDİRME

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki ifadelerin doğru mu yanlış mı olduğunu belirtiniz.		Doğru	Yanlış
1	İletken gereçlerin öz dirençleri ne kadar az ise, o kadar iyi bir iletkenidir.		
2	İnce, örgülü, bükülü iletken ve kabloların kesilmesinde demir testeresi kullanılır.		
3	Bakır, rahat işlenebilen, mekanik dayanıklılığı iyi, kırmızı renkte iletken gereçtir. En çok kullanılan iletken maddedir.		
4	Porselen yalıtkan malzeme olup, beyaz renkte pişmiş topraktan yapılmaktadır		
5	Bir iş yeri veya fabrikanın enerjisini sağlamak için çalışan trafonun veya alternatörün yıldız noktalarının topraklanmasına yıldırım topraklaması denir.		
6	Fiber optik kablo tipleri kendi RG kodlarına sahiptir		
7	Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının şebekenin sıfırlama hattına(topraklanmış nötr hattına) veya ayrı çekilmiş koruma iletkenine bağlanmasına paratoner denir.		
8	Aldığı elektrik enerjisini başka bir enerjiye dönüştüren devre elemanına alıcı, yük veya almaç denir.		
9	Anahtar kapalı olmasına rağmen herhangi bir nedenle elektrik akımı, alıcıya gitmeden devresini daha kısa yoldan veya direnci yok denecek kadar az olan yoldan tamamlıyorsa, bu şekildeki devrelere kısa devre denir.		
10	İletken dirençleri iletkenin kesitiyle doğru,boyuyla ters orantılı olarak değişmektedir.		

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

KONTROL LİSTESİ

Bu modül sonrasında genel güvenlik kuralları dahilinde (TSE,ISO) iletkenleri, yalıtkanları ve topraklama elemanlarını seçebilecek, elektrik devrelerini kurup topraklama yapabileceksiniz.		Öğrencinin Adı: Soyadı:			
AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen davranışların her birinde, Öğrencide gözleyemediyse (0), Orta nitelikli gözlediyseniz (1), İyi düzeyde gözlediyseniz (2), Çok iyi nitelikte gözlediyseniz (3) Rakamın altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz.					
Sıra Nu.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Tekrar Etmeli (0)	Orta (1)	İyi (2)	Çok iyi (3)
1	İletken çeşitlerini seçebildiniz mi?				
2	Yalıtkan çeşitlerini seçebildiniz mi?				
3	Klamenslerle ek yapabildiniz mi?				
4	Topraklama elemanlarını seçebildiniz mi?				
5	Cihaz topraklaması yapabildiniz mi?				
6	Temel devre elemanlarını seçebildiniz mi?				
7	Elektrik devre çeşitlerini sınıflandırabildiniz mi?				

Modül çalışmaları ve araştırmalar sonucunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi için öğretmeniniz size ölçme araçları uygulayacaktır.

Ölçme sonuçlarına göre sizin modül ile ilgili durumunuz öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

Bu değerlendirme için öğretmenimize başvurunuz.

Bu modül ile ilgili ayrıntılı bilgileri farklı kaynaklarda ve İnternette bulabilirsiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2 CEVAP ANAHTARI

1	Topraklama
2	İşletme topraklaması
3	Paratoner
4	Meger
5	A
6	B
7	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

A	B	C	D	L1	L2	NEDEN
KAPALI	KAPALI	KAPALI	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	KAPALI	KAPALI	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	KAPALI	AÇIK	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	KAPALI	AÇIK	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	AÇIK	KAPALI	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	AÇIK	KAPALI	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
KAPALI	AÇIK	AÇIK	KAPALI	YANAR	YANAR	KAPALI
KAPALI	AÇIK	AÇIK	AÇIK	YANAR	YANMAZ	KAPALI
AÇIK	KAPALI	KAPALI	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	KAPALI	KAPALI	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	KAPALI	AÇIK	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	KAPALI	AÇIK	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	AÇIK	KAPALI	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	AÇIK	KAPALI	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	KISA
AÇIK	AÇIK	AÇIK	KAPALI	YANMAZ	YANMAZ	AÇIK
AÇIK	AÇIK	AÇIK	AÇIK	YANMAZ	YANMAZ	AÇIK

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- BAYRAM Mustafa, **Elektrik Tesisleri Topraklama**
- www.emo.org.tr
- Topraklama ve Sıfırlama Yönetmeliği

KAYNAKÇA

- www.makel.com.tr
- www.megasan.com
- <http://www.radsan.com/katalog.php>
- http://www.turkcenet.org/yereel_htm/kablo_tipleri.htm
- <http://www.hes.com.tr>
- HÜRER. Ali, **Elektrik Tesisat Bilgisi**, G.Ü. Teknik Eğitim Matbaası, Ankara
- Özdemir, A, **Elektrik Bilgisi**, Ankara, 2001.
- PAKYÜREK Ömer, **Yayınlanmamış Ders Notları**, Ankara, 2005.
- Megep, **Temel Elektrik Devreleri**, Ankara, 2005.
- Megep, **Temel Elektrik Malzemeleri Bağlantıları**, Ankara, 2005.