

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **UÇAK BAKIM TEKNOLOJİSİ**

**ELEKTRİK YÜKÜ VE ELEKTRİK ÜRETİMİ**  
**522EE0003**

**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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ELEKTRİK ATÖLYESİNDE EMNİYET KURALLARI.....	3
1.1. Elektrik Enerjisinin İnsan Üzerindeki Etkileri.....	3
1.2. Elektrikle Çalışırken Alınması Gereken Önlemler .....	4
1.3. Elektrik Kazaları ve İlk Yardım.....	5
1.3.1. Elektrik Kazalarının Oluş Nedenleri .....	5
1.3.2. Elektrik Kazalarında İlk Yardım .....	5
1.3.3. Suni Solunum .....	6
UYGULAMA FAALİYETİ .....	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	8
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	9
2. ELEKTRON TEORİSİ.....	9
2.1. Atomun Yapısı .....	9
2.1.1. Serbest Elektronlar.....	12
2.2. Element, Molekül, Bileşik ve İyonlar .....	12
2.3. İletken, Yalıtkan ve Yarı İletkenler.....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	17
3. STATİK ELEKTRİK VE ÜRETİMİ .....	17
3.1. Statik Elektrik .....	17
3.2. Elektriklenme Yöntemleri.....	18
3.2.1. Sürtme ile Elektriklenme .....	18
3.2.2. Dokunma ile Elektriklenme .....	20
3.2.3. Etki ile Elektriklenme .....	20
3.2.4. Elektroskop.....	21
3.3. Elektrik Yükü ve Coulomb Kanunu.....	22
3.4. Statik Elektrik Endüstrideki Kullanımı.....	25
3.5. Elektrik İletimi .....	26
3.5.1. Katı Cisimlerde Elektrik İletimi .....	26
3.5.2. Elektrik İletimi Sıvılarda İletilmesi.....	26
3.5.3. Elektrik İletimi Gazlarda İletimi .....	27
3.5.4. Elektrik İletimi Boşlukta İletimi .....	27
UYGULAMA FAALİYETİ .....	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	33
4. ELEKTRİK ÜRETİMİ.....	33
4.1. Işık Enerjisi ile Elektrik Üretimi .....	33
4.2. Isı Etkisiyle Elektrik Üretimi .....	34
4.3. Manyetik Etki ile Elektrik Üretimi .....	35
4.4. Basınç Etkisi ile Elektrik Üretimi .....	36
4.5. Kimyasal Yöntem ile Elektrik Enerjisi Üretimi.....	37
4.6. Sürtme ile Elektrik Üretimi.....	37

UYGULAMA FAALİYETİ .....	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	41
5. DOĞRU AKIM (D.C) ENERJİ KAYNAKLARI .....	41
5.1. Elektrot, Elektrolit ve Elektroliz .....	41
5.2. Piller .....	41
5.2.1. Tek Eriyikli Pillerin Temel Kimyasal Etkileri ve Yapısı .....	42
5.2.2. Çift Eriyikli Pillerin Temel Kimyasal Etkisi ve Yapısı .....	44
5.2.3. Kurşun Asitli Piller (Aküler) .....	45
5.2.4. Nikel-Kadmiyum Piller .....	46
5.2.5. Alkali Piller .....	46
5.3. Pillerin İç Direnci ve Batarya Üzerindeki Etkisi .....	47
5.4. Pil Bağlantıları .....	47
5.4.1. Seri Bağlantı .....	47
5.4.2. Paralel Bağlantı .....	49
5.4.3. Seri-Paralel (Karışık) Bağlantı .....	50
UYGULAMA FAALİYETİ .....	52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	54
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	56
CEVAP ANAHTARLARI .....	57
KAYNAKÇA .....	59

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0003</b>
<b>ALAN</b>	<b>Uçak Bakım</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Elektrik Yükü ve Elektrik Üretimi</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Elektrik yükü, elektrik üretimi ve doğru gerilim kaynakları ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖNKOŞUL</b>	Bu modül için herhangi bir önkoşul yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Elektrik yükü ve elektrik üretimi konularında yeterli bilgi ve beceri kazanmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında elektrikle çalışırken gerekli tedbir ve önlemleri alarak atomlardaki elektron dağılımlarını hatasız hesaplayacak ve çeşitli yöntemlerle tekniğine uygun olarak elde edilen (sürtme, manyetik, ışık, kimyasal) elektriğin oluşumunu test edebileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Atölye ve laboratuvar ortamlarında elektrikle çalışma sırasında gerekli emniyet tedbirlerini iş güvenliğine uygun olarak alabileceksiniz.</li><li>2. Atomlardaki elektron dağılımlarını hatasız olarak hesaplayabileceksiniz.</li><li>3. Statik elektriğin oluşumunu tekniğine uygun olarak test edebilecek, Coulomb Kanunu ile statik yük hesaplarını hatasız olarak yapabileceksiniz.</li><li>4. Çeşitli yöntemlerle elde edilen elektriği tekniğine uygun olarak test edebileceksiniz.</li><li>5. D.C elektrik kaynaklarının yapısını kavrayarak pilleri değişik şekillerde tekniğine uygun olarak bağlayıp pillerde iç direnç hesapları yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, internet ortamı vb. öğrencinin kendi kendine veya grupla çalışabileceği tüm ortamlar.</p> <p><b>Donanım:</b> Televizyon, vcd, dvd, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımlar, öğretim materyalleri vb.</p>
<b>ÖÇLME VE DEĞERLENDİRME</b>	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 Öğrenciler,**

Günümüzde insan ihtiyaçlarına paralel olarak üretim ve hizmet sektörü büyük bir gelişme içerisinde bulunmaktadır. Ülkeler arasında sınırların ortadan kalktığı global ve küresel bir yaşantı içerisine girmektediriz. Böyle bir ortamda da ulaşım sistemleri ve bunun başında da havacılık sektörünün önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

Uçak sistemlerinin her biri, birbiri ile irtibatlı aerodinamik yapı, elektrik, elektronik, pnömatik, hidrolik, yakıt vb. sistemlerden meydana gelmektedir. Elektrik sistemleri uçağın enerji ihtiyacının karşılanması ve iletişim cihazlarının çalışması için çok önemlidir.

Bu modül, uçağın elektrik sistemlerinde elektriğin oluşturulması, elektrikle ilgili terimlerin kullanılması ve elektrikli araç gereçlerin çalıştırılabilmesi için temel teşkil etmektedir.

Bu modülde elektrik atölye ve laboratuvarlarında elektrikle çalışmada alınacak emniyet kuralları, elektron hareketi sonucunda elektriğin iletimi, statik elektriğin etkileri, elektriğin katı-sıvı-gaz ve boşluklarda iletimi açıklanmıştır. Ayrıca ısı, ışık, manyetik, basınç, sürtünme ve kimyasal etkilerden yararlanarak elektriğin üretilmesi ve doğru akım kaynakları üzerinde durulmuştur.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Atölye ve laboratuvar ortamlarında elektrikle çalışma sırasında gerekli emniyet tedbirlerini iş güvenliğine uygun olarak alabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Elektrik akımının vücudunuza zarar verme nedenini araştırınız. Elektrik akımının zararlı etkilerinden korunmak için alınması gereken tedbirler nelerdir? Araştırınız.

## 1. ELEKTRİK ATÖLYESİNDE EMNİYET KURALLARI

### 1.1. Elektrik Enerjisinin İnsan Üzerindeki Etkileri

Her işletme ve kurumun kendine özgü çalışma kuralları olduğu gibi elektrik atölye ve laboratuvarlarının da kendine göre çalışma kuralları vardır. Bu kurallara uyulması hâlinde iş verimi maksimum düzeye çıkacağı gibi meydana gelmesi mümkün iş kazaları da önlenmiş olacaktır.

Elektrik enerjisinin yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanması günlük yaşantımıza büyük kolaylıklar getirmiştir. Bunun yanında dikkatsizlik ve ihmalden kaynaklanan elektrik kazaları ile de çok sık karşılaştığımız bir gerçektir. Bu bölümde sıralanan emniyet kurallarına uyulduğu takdirde elektrik kazalarının oluşma riski azalacak ve verimli bir çalışma gözlemlenecektir.

Elektriğin insan vücudu üzerinde çeşitli etkileri vardır. Aşağıda değişik akım ve gerilimlerin insan vücudundaki etkileri ile vücudun değişik organlarının dirençleri verilmiştir.

İnsan vücudu elektrik enerjisine karşı 1.000 ohm ile 10.000 ohm arasında değişen bir direnç gösterir. Bu değer, insanın yaş, ırk, cinsiyet, yetiştirme şekli, vücudun terlilik durumu, enerjinin geçtiği yer, geçme süresi vb. birçok nedene bağlı olarak değişmektedir. Genellikle insanlar elektrik enerjisine elleri ile dokunur. Bu nedenle ellerin nasırlı ya da nasırsız olması, dokunma yüzeyinin kuru ya da ıslak olması gibi faktörler insan vücudundan geçecek akımın farklı değerlerde olmasına neden olur.

Yapılan araştırmalara göre;

**1-8 mA (miliamper):** Vücutta şok etkisi yapar.

**15-20 mA (miliamper):** Vücuttan geçtiği yerlerde (kramplar) kasların kasılmasına neden olur (Dokunulan iletken veya gerecin bırakamaması gibi el kasları istem dışında kalabilir.). Kasların büzülmesi ve akımın geçiş süresi uzadığında dokunmalar ölümlle sonuçlanabilir.

**50-100 mA (miliamper):** Kalp üzerinden geçtiği an dokunmalar ölümlle sonuçlanmaktadır. Fakat diğer organlar üzerinde kasılmalar ve şok etkisi yapmaktadır.

**100-200 mA (miliamper):** Geçiş süresine göre kesin olarak ölümlle sonuçlanmaktadır.

Özet olarak doğru akım (D.A.-D.C.)da **25 mA (miliamper)** ve alternatif akım (A.A.-A.C.)da **50-100 mA (miliamper)**lik akımlar insanlar için tehlike ve ölüm sınırı olarak kabul edilmektedir.

Elektrik akımının insan vücudunu olumsuz etkilemesi için insan vücudundan geçen akımın devresini tamamlaması gerekir. Çarpılmayı önlemek için aşağıda sıralanan güvenlik tedbirlerine uyulması büyük önem taşır.

## 1.2. Elektrikle Çalışırken Alınması Gereken Önlemler

Yapılmış bir elektrik donanımı üzerinde çalışırken şu unsurlara dikkat edilmelidir:

- Mecbur olmadıkça enerji altında çalışmayınız.
- Yüksek gerilim taşıyan hatlara fazla yaklaşmayınız.
- Alçak gerilimle enerji altında çalışmaya mecbur iseniz;
  - Toprakla iyice yalıtımınızı sağlayınız.
  - Sadece bir elinizi kullanarak (mümkünse sağ el) çalışınız.
  - Bütün dikkatiniz iş üzerinde olsun. Dikkatli olunuz, dalgınlık yapmayınız.
- Çalışırken kesinlikle enerjii kesiniz. Çalıştığınız sürece enerjinin verilmesini önlemek için gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.
- Sisteme enerji verilmesini önlemek için gerekirse görevli bir kişi bırakınız.
- Onarımını yapacağınız elektrikli cihaz ve makineler hakkında tam bilgiye sahip olunuz. Eğer bilginiz yeterli değilse şema ve kataloglardan çalışma prensiplerini inceleyiniz. Bilmeden hiçbir şeyi onarmaya çalışmayınız. Yenilikleri ve gelişmeleri izleyerek öğreniniz veya bilenlerden yararlanınız.
- Onarıma gittiğinizde, arıza nedenini ve belirtilerini öğreniniz. Aldığınız cevapları değerlendirip onarıma başlayınız. Tesis veya aracın enerjisini kesiniz. Gerekli yerlere uyarı kartlarını asınız.
- Onarım için gerekli araç ve gereçler yanınızda bulunsun. Eksik veya bozuk takımlarla çalışmayınız. Çalışmanızı bitirdikten sonra aletlerinizi temizleyiniz. Kırık, çatlak veya bozuk olanlarını ayırınız ve kesinlikle kullanmayınız.

- Bütün dikkatiniz iş üzerinde olsun. Yaptığınızı bilerek ve düşünerek yapınız. Çevrenizle ilgilenmeyiniz. Onarım sırasında şaka yapmayınız ve uygunsuz davranışlarda bulunmayınız.
- Onarım için gerekli iş elbisesini giyiniz, saçlarınızı baret, kask vb. koruyucularla, ayaklarınızı da uygun bir ayakkabı ile koruyunuz.
- İlk yardım konusunu öğreniniz. Uygulamasını yaparak becerinizi geliştiriniz. Acelecilik ve aşırı heyecan kazaya uğrayan kişilerin yaşamını yitirmesine neden olabilir.
- İlk yardım gereçlerini kullanılabilir durumda bulundurunuz. Gerekli yerlere ilk yardım merkezlerindeki ilgililerin isimlerini ve telefon numaralarını bildiren levhaları takınız.

Çalışma ortamında dikkatli olunuz. Aceleci ve telaşlı olmayınız. Sakin olunuz. İşinizi bilerek, severek, gerekirse başkalarına da danışarak yapınız.

### **1.3. Elektrik Kazaları ve İlk Yardım**

Güvensiz hareketler ve şartlardan meydana gelen bir fonksiyonu veya çabayı kesintiye uğratan, önceden planlanmamış olaylara **kaza** denir.

Kaza nedenlerinin araştırılmasında amaç, güven taşımayan hareket ve davranışları, fizik ve mekanik şartları ve bunları etkileyen faktörleri bulmaktır. Bu bilgilere dayanılarak alınacak tedbirler kazaların önlenmesine yardımcı olacaktır. Genellikle kazalar insan faktörlerinin ya da durumsal veya fiziki faktörlerin bir sonucudur veya bu ikisinin ortak eseri olarak düşünülebilir.

#### **1.3.1. Elektrik Kazalarının Oluş Nedenleri**

Elektrik kazaları değişik sebeplerden meydana gelmektedir. Bu kazalar oluşum sebeplerine göre şöylece sıralanabilir:

- Elektrik enerjisi hakkında yeterli bilgiye sahip olmamak
- Elektrik devrelerinde yeterli yalıtımın olmayışı ya da dış etkenlerle zamanla yalıtma özelliğini kaybetmesi
- Elektrik işlerinde çalışanların kendilerine aşırı güvenmeleri
- Elektrik işlerinde çalışanların işlerini benimsememeleri
- Acelecilik ve dikkatsizlik

#### **1.3.2. Elektrik Kazalarında İlk Yardım**

Elektrik kazalarında (çarpmasında) ilk yapılacak iş, telaş ve heyecan göstermeden serinkanlılıkla devre enerjisini en yakın devre kesicilerinden ayırmaktır. Bu yapılamazsa kişiyi ıslak olmayan tahta, lastik, kauçuk, eldiven, ebonit, fiber vb. yalıtkan gereçler ile dokunma yerine darbe etkisi (vurarak) yaparak devreden ayırmak gerekir. Yardıma gelenler için en büyük sorun elektrik çarpmış insana dokunmaktır. Özellikle kazaya uğrayana direkt olarak dokunmayınız. Kazaya uğrayan insanı devreden ayırdıktan sonra doktor çağırarak

gereklidir. Doktor gelinceye kadar belirtilenleri yapmakla belki de insanın yaşamasını sağlayabilirsiniz. Aşağıda elektrik kazalarında yapılacak ilk yardım tedbirleri sıralanmıştır.

- Kişiyi devreden ayırdıktan sonra hareket ettirmeyiniz. Altına battaniye veya kuru tahta koyunuz.
- Kişinin ağzını kontrol ediniz. Sakız, şeker veya takma diş gibi cisimler varsa çıkarınız. Adale kasılması ile dil, nefes borusunu kapatabilir, bu nedenle dili ucundan tutarak dışarıya çekiniz.
- Kişide çarpmalar sonucunda çatlak veya kırıklar olabilir. Soruşturunuz veya belirtilerine bakınız.
- Kişinin vücudunu sıkan kemer, kravat, gömlek vb. varsa bunları gevşetiniz veya çıkartınız.

### 1.3.3. Suni Solunum

Suni solunum, insanın vücudu için gerekli olan havayı akciğerlere doldurmak ve toplar damardaki kanın, yapılacak hareketlerle kalbe dönüşünü sağlamaktır.

Kazazede yüzüstü yatırılır. Kolları başının altına gelecek şekilde kıvrılarak konur. Baş kıvrılan kollar üzerine, sola veya sağa dönük olarak ağız ve burun serbest kalacak şekilde yatırılır. Bu pozisyonda baş yukarıda kalır ve dilin gırtlığı kapaması önlenir.

Solunum yaptıracak kişi kazazedenin baldırları kendi dizleri arasında kalacak şekilde ayaklarını açarak dizleri üzerine çöker. Parmaklarını açarak küçük parmaklarını kazazedenin altındaki kaburga kemiği üzerine gelecek şekilde arkadan koltuk altına kadar kavrar.

Solunum yaptıracak kişi kazazedenin baldırlarını kendi dizleri arasına alıp basınç yaparak solunuma başlamalıdır. Bu basınç sırasında solunum yaptıran kimse kollarını kıvrınamalıdır. Bu hareket bir dakikada 13 kez tekrarlanmalıdır. Bu solunumda yapılan basıncın kazazedenin göğsünde ezilmeler meydana gelmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Kazazede yüzüstü yatırılır, elleri üst üste konarak baş altında yatık görevi aldırılır. Solunum yaptıracak kimse kazazedenin baş tarafına geçer ve sağ dizi üzerine çıkar. Parmaklarını açarak ellerini kazazedenin koltukları altından geçen düz hattın altına koyar. Dizi üzerine doğrulurken kazazedenin sırtından yan boşluklarına doğru basınç yapar. Bu basıncı yaparken kolların kıvrılması gerekir. Basınç için normal hız ile bir-iki sayılır ve yavaşça sağ ayak üzerinde oturulur.

Kazazedenin kolları dirsekleri altında tutularak kendine doğru omuzların müsaade ettiği kadar kaldırılır. Bu hareket göğüs kafesinin genişleyerek akciğerlerin hava almasını sağlar. Bu hareketlerden sonra tekrar eller sırt üzerine konarak birinci harekete başlanır. Bu işlemler dakikada 12 kez tekrarlanmalıdır. Hareketler, kazazede normal solunuma başlayana kadar devam etmelidir.

Normal solunum başladığında kazazede hareket ettirilmeden dinlenmeye bırakılır ve kazazede ısısı normal bir sıcaklıkta tutulur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Gerekli iş güvenliği tedbirlerini alıp uygulama mankeni üzerinde ilk yardım yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ Uygulamaların nasıl yapılacağını gösteren diyagram şekil ve tabloları hazırlayınız.</li><li>➤ Elektrik kazası geçirmiş bir şahıs üzerinde uygulanması gereken ön tedbir ve uygulamaları tartışınız ve uygulama mankeni üzerinde gerçekleştiriniz.</li><li>➤ Uygulama mankeni üzerinde suni teneffüs uygulaması gerçekleştiriniz.</li><li>➤ Uygulama mankeni üzerinde kalp masajı uygulaması gerçekleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma ortamını düzenleyiniz.</li><li>➤ Çalışma mankenini suni teneffüs ve kalp masajı uygulaması için uygun olacak şekilde yerleştiriniz.</li></ul>

### 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. Gerekli önlemleri alarak çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2. Uygulamaların nasıl yapılacağını gösteren diyagram şekil ve tabloları hazırladınız mı?		
3. Elektrik kazası geçirmiş bir şahıs üzerinde uygulanması gereken ön tedbir ve uygulamaları uygulama mankeni üzerinde gerçekleştirdiniz mi?		
4. Uygulama mankeni üzerinde suni teneffüs uygulaması gerçekleştirdiniz mi?		
5. Uygulama mankeni üzerinde kalp masajı uygulaması gerçekleştirdiniz 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. İnsan vücudu üzerinde şok etkisi yapan akım değeri aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 1-8 mA  
B) 15-20 mA  
C) 50-100 mA  
D) 100-200 Ma
2. Kalp üzerinden geçtiği an ölümlü sonuçlanan akım sınırı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 1-8 mA  
B) 15-20 mA  
C) 50-100 mA  
D) 100-200 mA
3. Kazaların oluş nedeni arasında aşağıdakilerden hangisi yoktur?  
A) İnsan faktörü  
B) Durumsal faktör  
C) Fiziki faktör  
D) Şans faktörü
4. Aşağıdakilerden hangisi elektrik kazalarında yapılacak ilk yardım kurallarından biri değildir?  
A) Devre enerjisini devre kesicilerinden ayırmak  
B) Doktor çağırarak  
C) Yaralıyı elle tutarak devreden ayırmak  
D) Yalıtkan bir cisimle yaralıyı devreden ayırmak

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Akciğerlere gereken havayı sağlamak ve kalbe toplar damardaki kanın dönüşünü sağlamak amacıyla yapılan işlemlere ..... denir.
6. Güvensiz hareket ve şartlardan meydana gelen, bir fonksiyonu veya işi kesintiye uğratan önceden planlanmamış olaylara.....denir.

## 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

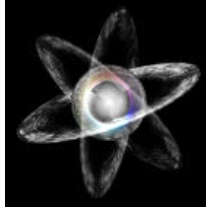
Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, atomlardaki elektron dağılımlarını hatasız olarak hesaplayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bazı cisimler elektrik akımını iletir, bazı cisimler ise elektrik akımını iletmez. Bunun nedenini araştırınız.
- Molekül ile bileşik arasındaki farkı araştırınız.

## 2. ELEKTRON TEORİSİ

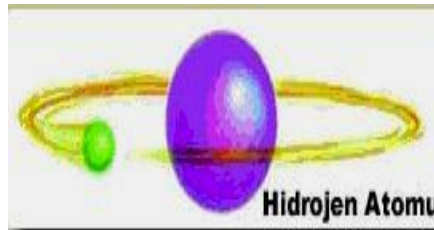
### 2.1. Atomun Yapısı



Şekil 2.1: Atom Yapısı

Maddenin temel yapısını oluşturan en küçük yapı taşına **atom** denir. Atom yapı itibarıyla güneş sistemi ile benzerlikler gösterir. Buna göre atom merkezde çekirdek ve çekirdeğin etrafında elektronlardan meydana gelmiştir. Atomun çekirdeği pozitif yüklü protonlarla yüksüz nötronlardan oluşur. Çekirdeğin etrafında belirli yörüngelerde hareket eden elektronların yükleri ise eksidir.

Nötr yani yüksüz bir atomda proton ve elektron sayıları birbirine eşittir. Protonlar elektronlara nazaran 2000 kat daha ağırdır. Bu yoğun çekim kuvvetinden dolayı elektronlar çekirdeğin etrafında belirli yörüngelerde bulunur. Bir atomun çekirdeğinin çapı yaklaşık olarak  $10^{-10}$  m'dir.



Şekil 2.2: Hidrojen Atomu

Bir maddenin atomu ile başka bir maddenin atomu arasındaki fark, atomların çekirdeğinin ağırlığı ile çekirdeğin etrafında belli yörüngelerde dönen elektronların sayısından kaynaklanır. En basit atom, 1 proton ve 1 elektrona sahip olan hidrojen atomudur. Yandaki şekilde en basit atom olan hidrojen görülmektedir.

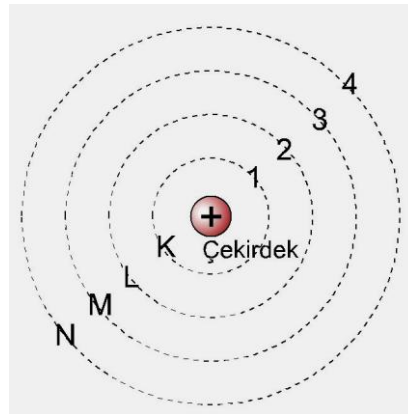
Bir atomda bulunan proton sayısı o maddenin atom numarasını verir. Örneğin hidrojen atomunun proton sayısı 1 olduğu için hidrojenin atom numarası 1'dir. Benzer şekilde oksijenin elektron sayısı 16 olduğu için atom numarası da 16'dır.

Proton ve nötron sayılarının toplamı da maddenin kütle numarasını verir. Bakır atomunun 34 nötronu ve 29 proton sayısı olduğuna göre bakır atomunun kütle numarası  $34+29=63$ 'tür.

Elektronlar çekirdeğin etrafında kabuk veya enerji seviyesi olarak adlandırılan yörüngelerde döner. Çekirdeğe en yakın kabuğun enerji seviyesi düşük, çekirdekten uzak olan kabuğun enerji seviyesi ise yüküktür. Çekirdekten uzaklaştıkça enerji seviyeleri de artar.

Çekirdeğin etrafındaki her bir kabuğun barındırabileceği elektron sayısı bellidir. Bir kabukta bulunabilecek maksimum elektron sayısı  $2.n^2$  formülüyle hesaplanır. Burada "n" kabuğun numarasını ifade eder. Çekirdeğin etrafındaki kabuklar, çekirdeğe en yakın olandan başlamak üzere **K, L, M, N, O**.... harfleri veya **1, 2, 3, 4, 5, ....** rakamları ile gösterilir. Aşağıdaki şekilde atom modeli gösterilmiştir.

Şekil 2.3'teki atom modelinde her bir kabukta bulunabilecek elektron sayıları ve elektronların kabuklara yerleşimleri gösterilmiştir. K kabuğu birinci yörünge olduğu için buradaki elektron sayısı  $2.1^2=2$ , 2. yörünge olan L yörüngesindeki elektron sayısı  $2.2^2=8$ , 3. yörünge olan M yörüngesindeki elektron sayısı  $2.3^2=18$ , 4.yörünge olan N yörüngesindeki elektron sayısı  $2.4^2=32$  olarak hesaplanır. K kabuğu 1, L kabuğu 2, M kabuğu 3, N kabuğu ise 4 yörüngeden meydana gelir.

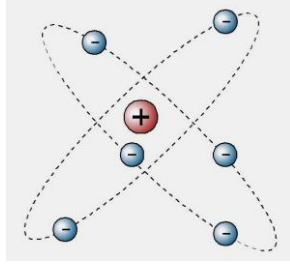


Şekil 2.3: Atom yapısı

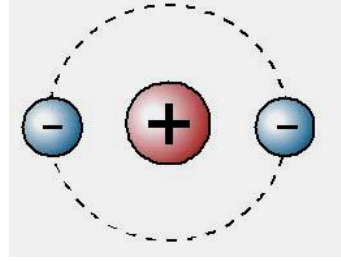
Helyum ve karbon atomlarının yörüngelerdeki elektron dağılımları  $2.n^2$  formülü ile hesaplanır. Buna göre helyumun 2 elektronu olduğu için bu iki elektron birinci yörüngede yer alır. Karbon atomunun ise 6 elektron olduğu için ilk yörüngede 2, ikinci yörüngede ise 4



elektronu bulunur. Aşağıdaki şekilde helyum ve karbon atomlarının elektron dağılımları görülmektedir.

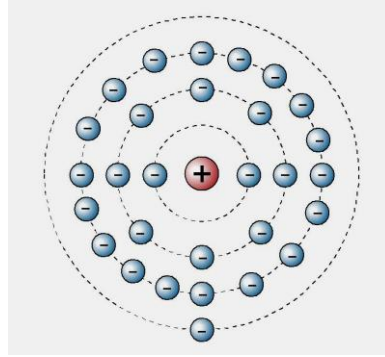


Şekil 2.4: Helyum Atomu



Şekil 2.5: Karbon Atomu

**Örnek:** Bakır atomunun elektron sayısı (proton sayısı) 29'dur. Bu atomun elektronlarının kabuklara nasıl yerleştiklerini hesaplayarak gösteriniz.



Şekil 2.6: Bakır atomu

**Çözüm:**

$2.n^2$  formülüne göre;

K yörüngesinde  $2.1^2=2$  elektron,

L yörüngesinde  $2.2^2=8$  elektron,

M yörüngesinde  $2.2^3=18$  elektron bulunur.

Bakır atomunun toplam 29 elektronu olduğu için N yörüngesinde de 1 tane elektronu bulunur.

**Örnek:** Alüminyum elementinin atom numarası 13'tür. Yani alüminyum atomunda 13 elektron vardır. Bu elektronların kabuklara nasıl yerleştiğini bulunuz.

**Çözüm:**  $2.n^2$  formülü ile elektronların yörüngelere nasıl yerleştikleri bulunur. Buna göre:

K yörüngesinde  $2.1^2=2$  elektron

L yörüngesinde  $2.2^2=8$  elektron

M yörüngesinde  $2.2^3=18$  elektron => 3 elektron

Buna göre K ve L kabuklarında 10 elektron yer alır. Demir atomunun elektron sayısı 26 olduğuna göre geri kalan 6 elektron M yörüngesinde yer alır.

### 2.1.1. Serbest Elektronlar

Atomların en dış yörüngelerine **valans yörünge**, buradaki elektronlara ise **valans elektron** adı verilir. Atomların en dış yörüngelerindeki elektronlar, çekirdek tarafından zayıf olarak çekilen elektronlardır. Bu nedenle bu elektronlar diğer elektronlara göre kendi yörüngelerinden daha kolay ayrılarak başka atomların yörüngelerine geçebilir. Bakır atomunun son yörüngesinde bulunan elektron, ısı ve gerilim gibi etkenlerle kendi atomundan koparak komşu atomun son yörüngesine geçebilir. Böylece bir atomdan diğer atoma serbest dolaşım başlar. Bir atomdan diğer atoma geçen bu elektronlara **serbest elektron** denir.

Eğer bir maddede serbest elektron sayısı fazlaysa o madde elektrik akımını iyi iletir ve dolayısıyla o madde iyi bir iletkenidir. Eğer bir maddede serbest elektron sayısı azsa o madde elektrik akımını iletmez ve o madde yalıtıcıdır.

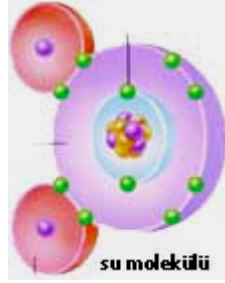
### 2.2. Element, Molekül, Bileşik ve İyonlar

Uzayda yer kaplayan, kütlesi ve hacmi olan her şeye **madde** denir. Altın, gümüş, su, hava, toprak birer maddedir. Maddeleri birbirinden ayıran en önemli özellik, her maddenin kendisine özgü fiziksel ve kimyasal ayırt edici özelliklerinin olmasıdır. Fiziksel özellik, maddenin dış görünümüyle ilgili özelliktir. Kimyasal özellik ise maddenin kimyasal, iç (moleküler) yapısıyla ilgili özelliktir. Fiziksel değişim ile maddenin sadece dış görünümünde değişiklik meydana gelirken kimyasal değişim sonucunda maddenin moleküler yapısında değişiklikler meydana gelmektedir.

**Element:** Herhangi bir yolla kendisinden daha basit maddelere dönüştürülemeyen saf maddelere **basit madde (element)** denir. Demir (Fe), Bakır (Cu), Karbon (C), Oksijen (O), Hidrojen (H) basit maddelere örnek olarak verilebilir. Şu anda yeryüzünde bilinen 90 çeşit element vardır. Ayrıca laboratuvar ortamlarında yapay olarak hazırlanmış 22 çeşit element de bulunmaktadır. Elementler kimyasal sembollerle gösterilir. Örneğin: bakır (Cu), demir (Fe) gibi.

**Bileşik:** İki veya daha fazla maddenin kimyasal özelliklerini kaybederek oluşturdukları yeni maddeye **bileşik** denir. Örneğin: Su (H<sub>2</sub>O) hidrojen ve oksijen elementlerinin birleşmesi ile oluşmuş yeni kimyasal özellikte bir maddedir. Yandaki şekilde iki hidrojenin ve bir oksijen atomuyla birleşmesi sonucu meydana gelen su bileşiği görülmektedir.

**Molekül:** Bileşik maddenin özelliklerini taşıyan en küçük parçaya **molekül** denir. Her bir molekül içinde bileşik maddeyi oluşturan basit maddelerin atomları bulunur. Molekül içindeki basit madde atomları aynı sayıda olduğu gibi farklı sayılarda da olabilir. Örneğin sodyum klorür (NaCl) molekülü, bir sodyum (Na) ve bir de klorür (Cl) atomu bulundurur. Bir su molekülünde ise iki hidrojen (2H) ve bir oksijen (O) atomu vardır.



Şekil 2.7: Su molekülü

**İyon:** Çeşitli etkilerden dolayı atomlar elektron kazanabilir veya kaybedebilir. Nötr bir atom elektron kaybedecek olursa protonlar sayıca üstün duruma geçer. Eğer nötr bir cisim elektron kazanacak olursa elektronlar sayıca üstün olur. Atomların elektron kazanması veya kaybetmesi serbest elektronlar yardımı ile olmaktadır. Elektron kazanmış veya kaybetmiş atomlara **iyon** denir. Artı (pozitif) yüklü iyonlara **anyon**, eksi (negatif) yüklü iyonlara **katyon** adı verilir.

### 2.3. İletken, Yalıtkan ve Yarı İletkenler

Elektrik akımı atomlar içerisinde yer alan serbest elektron hareketleri sonucunda gerçekleşir. Maddeler elektrik akımını iletip iletmemelerine göre iletken, yalıtkan ve yarı iletkenler olmak üzere 3 gruba ayrılabilir.

**İletkenler:** Atomlarının son yörüngesinde (valans yörünge) 1, 2 veya 3 elektronu bulunan maddeler iletkenlerdir.

Eğer bir atomun son yörüngesinde 1,2 veya 3 elektron varsa bu elektronlar çekirdek tarafından zayıf olarak çekilir. Çekirdek tarafından zayıf olarak çekilen bu elektronlara **serbest elektron** denir. Serbest elektronlar uygun ortamlarda kendi atomlarının yörüngelerinden koparak komşu atomların son yörüngelerine geçebilir. Böylece atomlar arasında elektron hareketi ve bunun sonucunda da elektrik akımı başlamış olur.

Bir madde içerisinde serbest elektron sayısı ne kadar fazla ise o madde o kadar iyi bir iletken demektir. Bakır, gümüş ve alüminyumun iletkenlikleri çok iyi olduğundan uygulamada çok tercih edilir. Örneğin çok iyi iletken olan bakırın 1 cm<sup>3</sup>ünde 8,54x10<sup>22</sup> tane serbest elektron vardır.

Bakır atomunun 29 protonu, 29 elektronu ve 34 nötronu vardır. Bakır atomunun dış yörüngesinde 1 elektronu bulunmaktadır. Bakır atomunun bu elektronu çekirdek tarafından zayıf olarak çekildiğinden başka atomun son yörüngesine kolaylıkla geçebilir.

Bakırdan (Cu) başka gümüş (Ag), alüminyum (Al) ve altın da iletkenliklerinin çok iyi olmasından dolayı tercih edilen iletkenlerdir.

**Yalıtkanlar:** Atomlarının son yörüngesinde dörtten fazla elektronu bulunan maddeler yalıtkanlardır. Son yörüngesinde fazla sayıda (5,6,7 veya 8) elektron bulunan atomlar kararlı bir yapıya sahiptir. Bunlar kolay kolay elektron almaz ve elektron vermez. Yalıtkanların serbest elektronları çok az olduğundan elektrik akımını da iletmez. Cam, PVC, kauçuk, yağ, pamuk, hava yalıtkanlara örnek olarak verilebilir.

Yalıtkanlar elektrik akımının geçmemesi istenen yerlerde ve elektrik akımından korunmak için kullanılır. İletkenlerin etrafı yalıtkan maddelerle kaplanarak akımın istenilen güvenlikte iletilmesi sağlanmış olur.

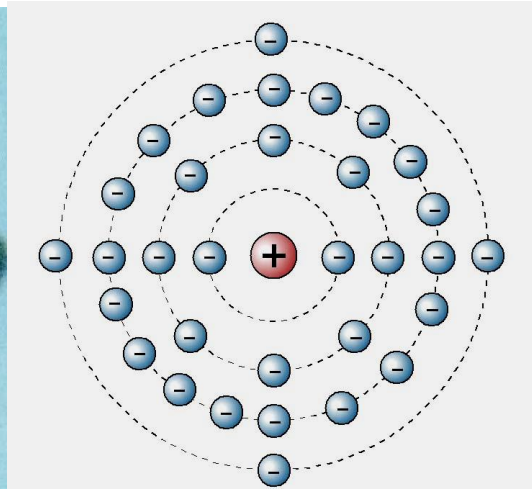
**Yarı iletkenler:** Atomlarının son yörüngelerinde 4 elektronu bulunan maddeler yarı iletkenlerdir. Normal şartlar altında elektriği iletmeyen bu maddelere katkı maddesi enjekte edilmek suretiyle iletken hâline dönüştürülebilir. Yarı iletkenlere silisyum, germanyum ve karbon elementleri örnek olarak verilebilir.

Yarı iletkenler elektronik devre elemanlarının imalatında kullanılır. Diyot, transistör, tristör gibi devre elemanlarının yapımında yarı iletkenlerden yararlanılır.

Aşağıdaki şekillerde germanyum elementinin resmi ile elektron dağılım şeması görülmektedir.



Şekil 2.8: Germanyum maddesi



Şekil 2.9: Germanyumun elektron dağılımı

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Atomlardaki elektron dağılımlarını hesaplayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Periyodik cetvelden farklı atom türlerini karşılaştırarak atom numaralarının nasıl değiştiğini gözleyiniz.</li><li>➤ Alüminyum, bakır, oksijen atomlarının yörünge sayılarını hesaplayınız.</li><li>➤ Avometre kullanarak farklı madde tiplerinin iletkenlik ve yalıtkanlıklarını ölçüm yaparak tespit ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Periyodik cetvelinizi hazırlayınız.</li><li>➤ Farklı metal, plastik, porselen, karbon bileşimleri gibi madde tiplerini avometre ile ölçüm yapmak üzere hazırlayınız.</li></ul>

### 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. Periyodik cetvelden farklı atom türlerini karşılaştırarak atom numaralarının nasıl değiştiğini gözlemlediniz mi?		
2. Alüminyum, bakır, oksijen atomlarının yörünge sayılarını hesapladınız mı?		
3. Avometre kullanarak farklı madde tiplerinin iletkenlik ve yalıtkanlıklarını ölçüm yaparak tespit ettiniz 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 cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Nötr bir atomda .....ve .....sayıları birbirine eşittir.
2. Bir atomda bulunan proton sayısı o atomun ..... verir.
3. Atomların en dış yörüngelerine .....yörünge, buradaki elektronlara.....denir.
4. Bir atomdan diğer atoma geçen elektronlara.....denir.
5. İki veya daha fazla maddenin kimyasal özelliklerini kaybederek oluşturdukları yeni maddeye.....denir.
6. Elektron kazanmış atomlara.....iyon, elektron kaybetmiş atomlara.....iyon denir.
7. Atomlarının son yörüngesinde 1,2 veya 3 elektron bulunan maddelere.....denir.
8. Atomlarının son yörüngesinde 5,6,7 veya 8 elektron bulunan maddelere.....denir.
9. Atomlarının son yörüngesinde 4 elektron bulunan maddelere.....denir.
10. Saf hâlde iken elektrik akımını iletmeyen, içine katılan katkı maddesiyle elektrik akımını ileten maddeler.....maddelerdir.

## 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

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda statik elektriğin oluşumunu tekniğine uygun olarak test edebilecek, Coulomb Kanunu ile statik yük hesaplarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bazı zamanlarda saçımızı tararken, tokalaşırken, kış aylarında yün kazağımızı üzerimizden çıkarırken oluşan çekim kuvvetinin nedenini araştırınız.
- Niçin büyük petrol tankerlerinde yola sarkan zincir vardır. Sebebini araştırınız.
- Nemli ve yağmurlu havalarda yıldırımın ve şimşegın oluşma nedenini araştırınız.

## 3. STATİK ELEKTRİK VE ÜRETİMİ

### 3.1. Statik Elektrik

Tarihsel süreç içerisinde elektrik, kendisini ilk olarak durgun yüklerin oluşturduğu statik elektrik olarak göstermiştir. Çok eski çağlarda kumaşa sürtülmüş kehribar tüylerinin küçük cisimleri çektiği görülmüştür. Statik (durgun) elektrikte bir akış veya hareket söz konusu değildir. Fakat bu durgun elektriğin bir iş yapmaması anlamına da gelmez. Statik elektrik yüküne sahip olan cisimler kendisinden zıt yüklü cisimleri çeker veya iter.

Plastik bir çubuk yün kumaş parçasına sürtülecek olursa yün üzerindeki elektronların bir kısmı plastik üzerine geçer. Böylece plastik çubuk negatif elektrik, yün kumaş ise pozitif elektrik ile yüklenmiş olur. Eğer cam bir çubuk ipek kumaşa sürtülecek olursa bu durumda cam ipek kumaşa elektron verir. Bunun sonucunda cam pozitif yük, ipek kumaş ise negatif yük ile yüklenmiş olur.

Statik (hareket etmeyen) elektrik yüklerinin sebep olduğu olayları inceleyen bilim dalına **elektrostatik** denir.

Günlük yaşantımızda statik yüklerle pek çok yerde karşılaşırız. Örneğin yün kazağımızı giyerken çıkan çıtırtılar statik elektrik yükündendir. Aynı şekilde top oynarken topun sürtünmesi sonucunda üzerinde yine statik yük birikimi meydana gelir. Bir otomobil giderken, bir uçak uçarken hareketleri esnasında hava ve toz zerreciklerinin çarpması sonucunda statik yüklere maruz kalır. Büyük yakıt tankerlerine bu statik yüklerin zarar vermesini önlemek için araçla toprak arasında zincirler kullanılır. Böylece araçtaki statik yükler toprağa aktarılır.



**Resim 3.1. Yıldırım olayı**

Yağmurlu havalarda bulutların kendi aralarında teması neticesinde, bulutlar statik elektrik yükü ile yüklenir. Yeryüzünün elektrik yükü pozitif, bulutların elektrik yükü negatif olduğu için zaman zaman bulutla yer arasında elektrik boşalmaları olur. Bu olaya **yıldırım** denir. Eğer statik yük hareketi bulutlar arasında olmuşsa buna **şimşek** denir. Yıldırımın büyük binalara zarar vermesini önlemek için paratoner tesisatı kullanılır. Böylece bulutlarda meydana gelen statik yükler paratoner yardımıyla toprağa aktarılır ve yıldırımın zararlı etkisinden korunmuş oluruz.

Uçakların dış yüzeylerinde de bulutlardan ve hava zerreciklerinden dolayı statik elektrik yüklenmesi meydana gelir. Statik elektrikten korunmak için uçaklarda deşarj püskülleri kullanılır. Uçak yere indiğinde veya yakıt alma zamanlarında da uçak gövdesi topraklanarak statik yükün boşaltılması sağlanır.

## **3.2. Elektriklenme Yöntemleri**

Cisimlerin normal şartlarda proton ve elektron dağılımları eşittir. Bu durumda cisim **nötr (yüksüz)**dür. Cisimlerin pozitif veya negatif elektrik yükü ile yüklenmelerine **elektriklenme** denir. Nötr bir cisim elektron alarak negatif, elektron vererek de pozitif yüklü duruma geçebilir.

Cisimler sürtme, dokunma ve etki olmak üzere üç şekilde elektriklenir.

### **3.2.1. Sürtme ile Elektriklenme**

Elektriklenme özelliğine sahip iki cisim birbirine sürtülecek olursa cisimlerden biri pozitif, diğeri de negatif elektrik yükü ile yüklenir. Bu şekilde cisimlerin elektrik yükü kazanmalarına **sürtme ile elektriklenme** denir.

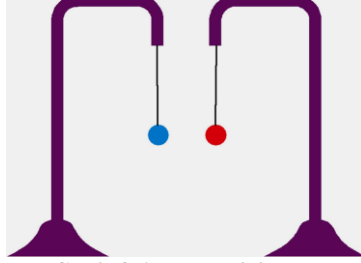
Bir cam çubuk yünlü bir kumaşa sürtüldüğünde elektriklenir. Sürtünme esnasında cam çubuk bir miktar elektron kaybeder. Elektron kaybeden cam pozitif elektrik yükü ile elektrik kazanan yünlü kumaş ise negatif elektrik yükü ile yüklenir. Cam çubuğun elektriklendiği küçük cisimleri çekmesinden anlaşılır. Elektron alan ve elektron veren iki cisim birbirine



sürtülürse elektron alan cisim negatif, elektron veren ise pozitif elektrik yükü ile yüklenmiş olur. Bu şekildeki elektriklenmeye **sürtünme ile elektriklenme** denir. Sürtünme ile elektriklenmede cisimler dışarıdan yük almaz. Yalnızca cisimlerin birinden diğerine yük geçişi olur.

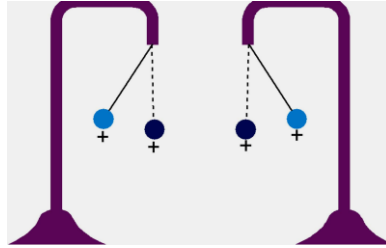
Aşağıda sürtme sonucu elektriklenen cisimler arasındaki itme ve çekme ilişkisi açıklanmıştır.

- Nötr (yüksüz) cisimler birbirini çekme ya da itme özelliği göstermez. İki farklı elektrik yükü vardır. Bunlar pozitif ve negatif elektrik yükleridir. Cam çubuk bir kumaş parçasına sürtülmek suretiyle pozitif yükü, ebonit çubuk ise kumaş parçasına sürtülerek negatif elektrik yükü ile yüklenir.



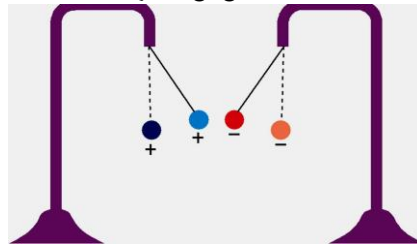
Şekil 3.1: Nötr cisimler

- Aynı yüklü cisimler birbirlerini iter. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi kürelerin her ikisi de pozitif elektrik yükü ile yüklenmiştir. Bunun sonucunda da aynı yüklü küreler birbirlerini itmiştir.



Şekil 3.2: Aynı yüklü cisimler

- Zıt yüklü cisimler birbirlerini çekerler. Şekil 3.3’te olduğu gibi ebonit çubuk (-) yükü, cam çubuk da (+) yükü yüklenmiştir. Bu iki cisim birbirine yaklaştırıldığında birbirini çektiği görülür.

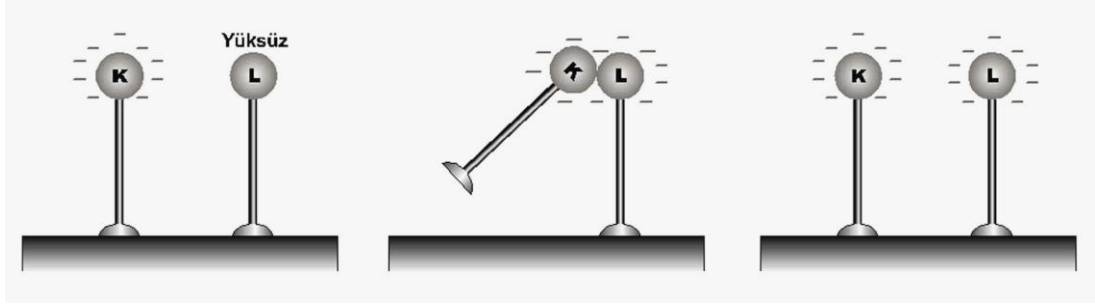


Şekil 3.3: Farklı yüklü cisimler

### 3.2.2. Dokunma ile Elektriklenme

Elektrik yüklü bir cisim, yüksüz (nötr) bir cisme dokundurulacak olursa onu aynı cins elektrik yükü ile yükler. Bu şekildeki elektriklenmeye **dokunma ile elektriklenme** denir.

Şekil 3.4'te görüldüğü gibi yüklü bir cisim yüksüz bir cisme dokundurduğunda toplam yük, cisimlerin dış yüzeyleri ile orantılı olacak şekilde paylaşılır. Birbirine dokundurulan cisimler eğer eşit yarıçaplı küreler ise toplam yük eşit olarak küreler arasında paylaşılır. Kürelerin yarıçapları farklı ise yarıçapları ile orantılı olacak şekilde yükler küreler arasında dağılır.

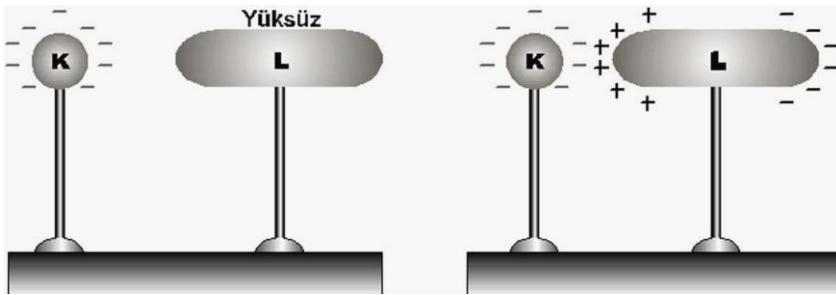


Şekil 3.4: Dokunma ile elektriklenme

### 3.2.3. Etki ile Elektriklenme

Statik elektrik yüküne sahip bir küreye yüksüz bir çubuk yaklaştırıldığında nötr çubuğun yüklü cisme bakan yüzeyi küreyle zıt yönde, diğer yüzeyi ise yüklü cisimle aynı yönde elektriklenir. Bu tür elektriklenmeye **etki ile elektriklenme** denir.

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yüksüz metal küre K küresine yaklaştırılacak olursa metal çubuğun sol tarafındaki eksi yükler küre tarafından çubuğun sağ tarafına itilir. Metal çubuğun sol tarafında ise pozitif yükler birikir.

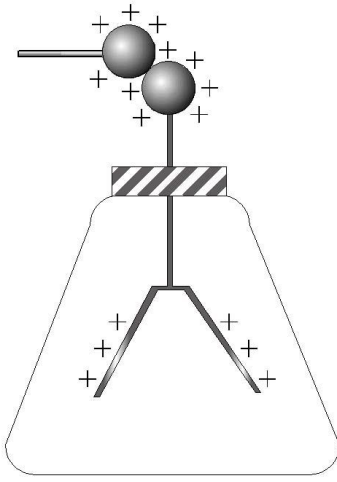


Şekil 3.5: Etki ile Elektriklenme

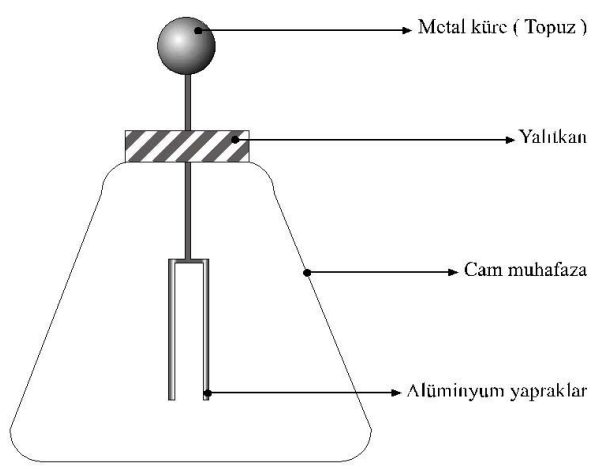
Dokunma ile elektriklenmede cisimlerin her ikisi de aynı yükle yüklenirken etki ile elektriklenmede cisimler zıt yükler ile yüklenir.

### 3.2.4. Elektroskop

Bir cismin yüklü olup olmadığı, yüklü ise yükün cinsinin belirlenmesinde kullanılan cihaza **elektroskop** denir. Elektroskopun yapısı Şekil 3.6’da görüldüğü gibi topuz, topuza bağlı metal çubuk ve çubuğa bağlı kolaylıkla hareket edebilen metal yapraklardan meydana gelir. Hava gibi dış etkilerden etkilenmesini önlemek için cam muhafaza içine yerleştirilmiştir. Yüksüz durumda elektroskopun yaprakları kapalıdır. Yüklendiğinde ise aynı cins yükler birbirini ittiğinden yaprakları açılır. Yük miktarı ne kadar artarsa elektroskopun yaprakları o kadar çok açılır. Yük miktarı azaldığında yaprakların kapandığı görülür.

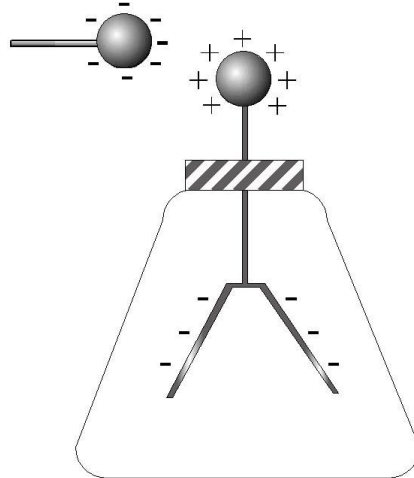


Şekil 3. 6: Elektroskop



Şekil 3. 7: Pozitif yüklü elektroskop

Yüksüz bir elektroskoba, yüklü bir cisim yaklaştırıldığında etki ile elektriklenen elektroskopun topuzu cismin yüküne zıt yüklenir. Yaprakları ise cismin yükü ile aynı yüklenerek açılır.



Şekil 3.8: Negatif yüklü elektroskop

Yüksüz bir elektroskoba, yüklü bir cisim dokundurulduğunda elektroskobun topuzu ve yaprakları dokundurulan cismin yüküyle yüklenir. Böylece aynı yükler birbirini iteceğinden elektroskobun yaprakları Şekil 3.7'deki gibi açılır.

Yüklü bir elektroskoba, kendisiyle aynı yüklü bir cisim yaklaştırıldığında metal topuzdaki (-) yüklerin bir kısmı yapraklara iletileceğinden elektroskopun yaprakları daha çok açılır. Zıt yüklü bir cisim yaklaştırıldığında elektroskobun yaprakları biraz ya da tam kapanabilir veya açılabilir. Bu durum, yüklü cismin ve elektroskobun yüklerinin büyüklüğüne bağlıdır (Şekil 3.8).

### 3.3. Elektrik Yükü ve Coulomb Kanunu

Çeşitli etkiler sonucunda (dokunma, etki, sürtme) elde edilen elektrik yükü pozitif (+) veya negatif (-) olabilir (Camın ipek kumaşa sürtülmesi sonucu cam pozitif, kumaş ise negatif elektrik yükü ile yüklenir.).

Elektrik yükü  $Q$  veya  $q$  harfleri ile gösterilir. Elektrik yükünün birimi M.K.S. (metre-kilogram-saniye) birim sisteminde Coulomb (kulon)'dur. Yük birimi  $C$  harfi ile gösterilir.

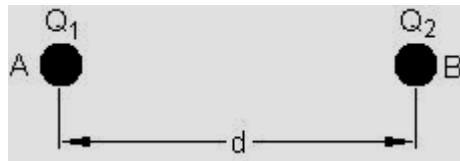
1 kulonluk elektrik yükünün oluşabilmesi için  $624 \times 10^{16}$  tane proton veya elektron yüküne ihtiyaç vardır. Buna göre;

1 kulonluk pozitif yükün oluşabilmesi için  $624 \times 10^{16}$  tane protona,

1 kulonluk negatif yükün oluşabilmesi için de  $624 \times 10^{16}$  tane elektrona ihtiyaç vardır.

Pozitif ve negatif yükler arasındaki etkileşim ilk olarak Charles Coulomb (1736-1806) tarafından bulunmuştur. Pozitif ve negatif yükler arasındaki itme ilişkisi Kulon Kanunu olarak adlandırılır. Bu kanuna göre:

- Aynı yüklü cisimler birbirlerini iter, zıt yüklü cisimler ise birbirlerini çeker.
- Yüklü iki cisim arasındaki itme veya çekme olayı cisimler arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişir.
- Yüklü iki cisim arasındaki itme veya çekme kuvveti cisimlerin yük miktarlarına bağlı olarak değişir.
- Yüklü cisimler arasındaki itme veya çekme kuvveti cisimlerin bulunduğu ortama göre değişir.



$Q_1$  ve  $Q_2$  yüklerine sahip A ve B cisimleri arasındaki uzaklık  $d$  ise bu iki cisim arasındaki itme veya çekme kuvveti Coulomb Kanunu'na göre aşağıdaki formülle bulunur.

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

- F** : İki yük arasındaki itme veya çekme kuvveti (Newton - **N**)  
**k** : Ortamın dielektrik katsayısı (**N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>**)  
**Q1 – Q2** : Elektrik yükü (Coulomb – **C**)  
**d** : Yükler arası uzaklık (metre – **m**)

Yukarıdaki formülde Q (elektrik yükü) birimi olarak kullanılan C (Coulomb) çok yüksek bir birimdir. Bunun daha çok aşağıda belirtilen askatları kullanılır.

$$1 \text{ C (Kulon)} = 10^3 \text{ mC (milikulon)} \quad 1 \text{ C (Kulon)} = 10^6 \text{ } \mu\text{C (mikrokulon)}$$

$$1 \text{ C (Kulon)} = 10^9 \text{ nC (nanokulon)} \quad 1 \text{ C (Kulon)} = 10^{12} \text{ pC (pikokulon)}$$

**Örnek:** 0,5 C kaç  $\mu\text{C}$  (mikrokulon)'dur?

**Cevap:**  $0,5 \cdot 10^6 = 100.000 \mu\text{C}$

**Örnek:** 200  $\mu\text{C}$  kaç C'dur?

**Cevap:**  $200 \mu\text{C} \cdot 10^{-6} = 0,0002 \text{ C}$

Formülde k değeri ortamın dielektrik katsayısı değeridir. Aşağıdaki tabloda bazı maddelerin dielektrik katsayıları verilmiştir.

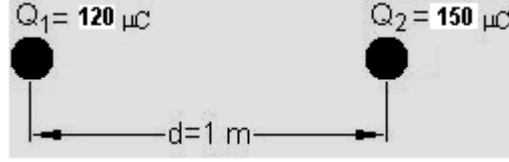
MADDENİN CİNSİ	DİELEKTRİK KATSAYISI (k)
Boşluk	$9 \cdot 10^9$
Hava	$8,98 \cdot 10^9 - 9 \cdot 10^9$
Mika	$1,8 \cdot 10^9$
Cam	$1,28 \cdot 10^9$

**Tablo 3.1: Bazı maddelerin dielektrik katsayıları**

Elektriksel yükler arasındaki itme ve çekme olayını açıklayan Coulomb Kanunu aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Noktasal iki yük arasındaki itme veya çekme kuvveti cisimlerin yük miktarlarının çarpımları ile doğru, cisimler arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişir.

**Örnek:** Aralarında 1 metre uzaklık bulunan  $120 \mu\text{C}$  ve  $150 \mu\text{C}$  değerindeki iki yükün birbirlerine uyguladıkları kuvveti bulunuz (Ortam hava ve  $k=9 \cdot 10^9$ ).



**Çözüm :**

$$Q_1 = 120 \mu\text{C}$$

$$Q_2 = 150 \mu\text{C}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 162 \text{ N}$$

**Örnek:**  $4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  olan  $Q_1$  yükü ile yük değeri bilinmeyen  $Q_2$  yükü arasındaki uzaklık  $50 \text{ cm}$ 'dir. Bu iki noktasal yük arasındaki çekme kuvveti  $5 \cdot 10^{-5} \text{ Newton}$  olduğuna göre  $Q_2$  yükünün değerini ve işaretini bulunuz (Ortam havadır.).

**Çözüm:**

$$Q_1 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

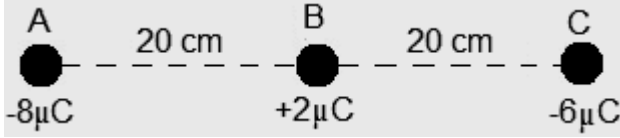
$$d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$F = 5 \cdot 10^{-5}$$

$$Q_2 = ?$$

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-5} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot Q_2}{0,5^2} \Rightarrow Q_2 = 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

**Örnek:**



Yukarıdaki şekildeki devrede A cismi üzerine etki eden toplam kuvveti bulunuz.

**Çözüm:** A yüküne, C yükü itme kuvveti; b yükü ise çekme kuvveti uygular. Çünkü aynı yükler birbirini iter, farklı yükler ise çeker.



$$F_C = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow F_C = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{0,4^2} = 2,7 \text{ N}$$

$$F_B = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow F_B = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{0,2^2} = 1,8 \text{ N}$$

İki kuvvetin yönleri birbirine zıt olduğu için toplam kuvvet  $F_C$ 'nin yönünde  $F = F_C - F_B = 0,9 \text{ N}$  olarak bulunur.

### 3.4. Statik Elektrik Endüstrideki Kullanımı

Günümüzde statik yüklerin yararları kadar zararları da vardır. Statik yükler yıldırıma neden olur. Ayrıca akaryakıt kamyonlarında oluşabilecek statik elektrik, tehlikeli sonuçlar doğurur.

Pamuk liflerinin, unun ve ağaç tozlarının bulunduğu yerlerde oluşan statik yükler önlenemez ise yangınlara sebep olur. Matbaalarda statik yüklerden dolayı kâğıtlar sağa sola kayarak çeşitli zararlara sebep olur. Ayrıca plastik ve kumaş endüstrisinde de statik yükler çeşitli zararlara sebep olur. Statik yüklerin zararlı etkilerinden korunmak için yüklü kısımlar topraklanmalıdır.

Sanayide fabrikaların bacalarından çıkan tozlar çevre kirliliğine sebep olur. Bu da insan hayatını olumsuz olarak etkiler. Bacadan çıkan zararlı cisimleri engellemek için cisimlere negatif elektrik yükü kazandırılır. Baca çıkışına da pozitif yüklü bir levha yerleştirilir. Bacadan çıkan cisimler pozitif yüklü levha tarafından çekilerek dışarıya çıkmaları engellenmiş olur.

Boyama sanayinde boyanacak yüzeyin pürüzsüz ve dengeli olması istenir. Bunu sağlamak için tabanca ile boya işlerinde tabancadan çıkan boya zerrecikleri yüklü hâle getirilir. Boyanacak cisim boyadan farklı yüklerle yüklenerek yüklü boya zerreciklerini çeker. Böylece hem düzgün boya işlemi yapılmış olur hem de boya kaybı en aza indirgenmiş olur.

Ayrıca dokunmatik, elektronik aygıtlarda ve osiloskoplarda da statik elektrikten yararlanılır.

### 3.5. Elektriğin İletimi

#### 3.5.1. Katı Cisimlerde Elektriğin İletimi

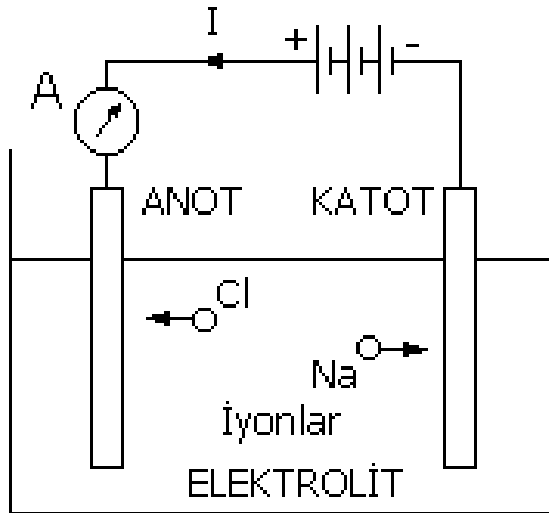
İletkene dışarıdan uygulanan bir etki (sıcaklık veya potansiyel fark) ile iletken içerisindeki serbest elektronlar bağlı buldukları atomlardan kopar. Bunun sonucunda da komşu atomlar arasında elektron alışverişi başlar. Böylece tel içerisinde bir elektrik akışı olur ve elektrik yükleri bir uçtan diğer uca iletilir.

Elektrik akımının oluşmasına neden olan elektronlar, iletkenin bir ucundan diğer ucuna gitmez. Bitişindeki atomun elektron yörüngesine sızarak, oradan çıkan bir başka elektron hareketi devam ettirir.

Elektronların iletken içerisindeki hızları çok düşüktür ve saniyede 0,1 ile 10 mm arasında yol alır. Elektrik akımının iletken içerisindeki hızı ise saniyede 150.000-300.000 km arasında değişebilir.

#### 3.5.2. Elektriğin Sıvılarda İletilmesi

Tuz, asit veya baz su içerisinde eritilecek olursa bir çözelti elde edilir. Bu çözeltiye **elektrolit** denir. Örneğin yemek tuzunun suda eritilmesiyle elde edilen çözeltide tuz, pozitif yüklü sodyum ( $\text{Na}^+$ ) iyonları ile negatif elektrik yüklü klor ( $\text{Cl}^-$ ) iyonlarına ayrılır. Böyle bir elektrolit (çözelti) içerisine iki metal plaka (elektrot) daldırıldığında ve metal plakalara pil bataryası bağlandığında devreden bir akım geçişi olur. Bu akım elektrolit içinden yani tuz çözeltisi içinden de geçmektedir.



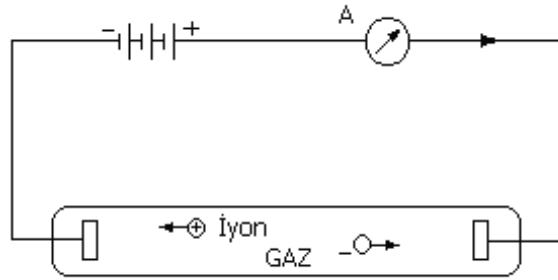
Şekil 3.9: Sıvılarda elektriğin iletimi



Çözelti içinde  $\text{Na}^+$  iyonu gerilim kaynağının (-) ucuna giderek bu kutba pozitif elektrik yükü taşır. Buna karşılık  $\text{Cl}^-$  iyonu gerilim kaynağının (+) ucuna giderek oraya ise negatif elektrik yükü taşır. Bu olaydan da görüleceği gibi elektrolit içinde elektrik akımı iyonlar tarafından taşınmaktadır. Bu olay elektroliz olayıdır ve metal kaplamacılığında kullanılır. Örneğin, bir çatalı gümüşle kaplamak için çatal, gümüş nitrat veya gümüş klorür eriğinden meydana gelmiş bir elektrolit içinde bataryanın (-) kutbuna bağlanır. Elektrolit içinde meydana gelen kimyasal olaylar sonucunda çatal, gümüş iyonları ile kaplanır.

### 3.5.3. Elektriğin Gazlarda İletimi

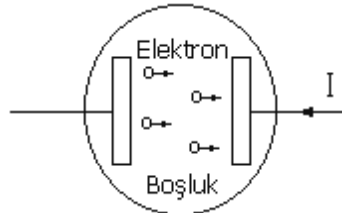
Aşağıdaki (Şekil 3.10), devre elektriğin gazlar içerisinde iletilmesinin açıklanması için çizilmiştir. Silindirik cam tüpün iki ucunda metal elektrotlar vardır ve bunlar dışarıdaki gerilim kaynağının iki ucuna bağlanmıştır. Tüpün içerisindeki gaz moleküllerinin bir kısmı ısı ve ışık etkisiyle pozitif ve negatif iyonlarına ayrılmıştır. Pozitif iyonlar gerilim kaynağının negatif kutbuna doğru hızla hareket eder. Bu hareketleri esnasında bu iyonlar diğer gaz atomlarına çarpar ve bunları da negatif ve pozitif iyonlarına ayırır. Böylece gaz içerisinde zincirleme suretiyle iyon sayısı artar ve elektrik akımı bir elektrottan diğerine doğru iletilir.



Şekil 3.10: Gazlarda elektriğin iletimi

Floresan ve neon lambaların tüplerinde elektrik akımları yukarıda açıklandığı şekilde iletilmektedir. Şimşek olayında bulutlar arasında, yıldırım olayında da bulutla toprak arasında elektrik yükleri de benzer şekilde taşınır.

### 3.5.4. Elektriğin Boşlukta İletimi



Şekil 3.11: Boşlukta elektriğin iletimi

Bazı maddeler ısıtılacak olursa elektron yaymaya başlar. Hava boşaltılmış ortamlarda bu elektronlar yakın mesafelere gidebilir ve başka madensel plaka üzerinde birikir.

---

Havası alınmış ortamlarda (boşlukta) elektronların hızı artar. Elektrik akımının hızı elektronların hızına eşittir. Elektron tüplerinde (radyo lambaları) elektrik akımının iletilmesi bu şekilde olmaktadır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Elektroskop yardımı ile cisimlerin yüklerini ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ Deneyin yapılması için gerekli olan elektroskop, yünlü kumaş parçası, ipekli kumaş parçası, ebonit çubuk ve cam çubuğu temin ediniz.</li><li>➤ Elektroskopun nötr olduğundan emin olunuz.</li><li>➤ Cam çubuğu ipek kumaşa sürterek çubuğun elektrik ile yüklenmesini sağlayınız ve elektroskopun topuzuna dokundurunuz.</li><li>➤ Bu sırada elektroskop yapraklarını gözlemleyiniz.</li><li>➤ Elektroskopun topuzuna dokunarak nötr hâle gelmesini sağlayınız.</li><li>➤ Ebonit çubuğu yünlü kumaş parçasına sürterek elektrik ile yüklenmesini sağlayınız.</li><li>➤ Elektrikle yüklü ebonit çubuğu elektroskopun topuzuna dokundurunuz.</li><li>➤ Bu sırada elektroskop yapraklarını gözlemleyiniz.</li><li>➤ Deneyin sonunda gördüğünüz durumları tartışınız.</li><li>➤ İşlem bittikten sonra çalışma ortamınızı eski hâline getirerek kullandığımız malzemeleri yerlerine yerleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz.</li><li>➤ Çalıştığınız deney masası üzerinde kullanacağınız malzemelerin dışındaki malzeme olmamasına özen gösteriniz.</li><li>➤ Gerekli malzemeleri temin etmek için öğretmeninizden veya malzeme sorumlunuzdan yardım alınız.</li><li>➤ Elektroskopun deneye başlamadan önce nötr durumda olduğundan emin olunuz. Bunun için elektroskop yapraklarını gözlemleyiniz.</li><li>➤ Yaptığınız işlem sonunda gözlemlediğiniz durumu modülünüzdeki Şekil 3.6 ve Şekil 3.7 ile karşılaştırınız.</li><li>➤ Deney sonucunda edindiğiniz izlenimleri arkadaşlarınız ile tartışarak bir sonuca varınız.</li><li>➤ Kontrol listesindeki adımları gerçekleştirerek öğrenme düzeyinizi ölçünüz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı bir sonraki kullanım için temiz ve düzenli bir şekilde bıraktığınızdan emin olunuz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

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

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1.	Gerekli önlemleri alarak çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2.	Gerekli malzemelerinizi eksiksiz olarak temin ettiniz mi?		
3.	Cam çubuğu elektrik yükleri ile yüklediniz mi?		
4.	Elektroskopun yapraklarını gözlemlediniz mi?		
5.	Durumla ilgili olarak yük cinsi hakkında yorum yapabildiniz mi?		
6.	Ebonit çubuğu elektrik yükleri ile yüklediniz mi?		
7.	Elektroskopun yapraklarını gözlemlediniz mi?		
8.	Deney sonunda bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınız ile tartıştınız mı?		
9.	Çalışma ortamınızı eski hâline getirdiniz 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.

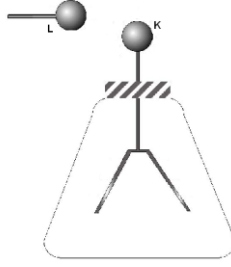
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Cisimlerin pozitif veya negatif elektrik yükü ile yüklenmesine.....denir.
2. Pozitif yüklü bir cisim nötr bir cisme dokundurulacak olursa nötr cisim .....yüklenir.
3. Nötr cisimler birbirini.....,aynı cins yükle yüklü cisimler birbirini.....,zıt cins yükle yüklü cisimler birbirini..... .
4. Dokunma ile elektriklenmede cisimlerin her ikisi de .....yükle yüklenir,etki ile elektriklenmede cisimler.....yükle yüklenir.
5. İki yük arasındaki kuvvet yüklerin arasındaki uzaklığın.....ile.....orantılıdır.
6. Yüklü cisimlerin arasındaki kuvvet cisimlerin bulunduğu .....bağlıdır.
7. Statik yüklerin zararlı etkilerinden korunmak için yüklü kısımlar .....dır.
8. Oluşabilecek statik yüklerden korunmak için uçaklarda .....kullanılır.
9. Uçak yere indiğinde veya yakıt ikmali yapılırken uçak.....statik yük boşaltılır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. Bir metal küre  $5 \cdot 10^{10}$  elektron ile yüklenmektedir. Bu kürenin değeri aşağıdakilerden hangisidir?  
A)  $0,008 \mu\text{C}$       B)  $0,08 \mu\text{C}$       C)  $0,009 \mu\text{C}$       D)  $0,010 \mu\text{C}$
11. Eşit büyüklükte ve yükteki iki yük birbirini 8,1 newtonluk kuvvetle itmektedir. Yükler arasındaki mesafe 10 cm ve yüklerin bulunduğu ortam hava olduğuna göre yüklerin büyüklükleri aşağıdakilerden hangisidir?  
A)  $9 \cdot 10^{-6} \text{ C}$       B)  $3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$       C)  $81 \cdot 10^{-6} \text{ C}$       D)  $3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$



12. Yüklü bir elektroskopa yüklü L küresi şekildeki gibi yaklaştırılmaktadır. Elektroskopun yaprakları için aşağıdaki yargılardan hangisi veya hangileri doğrudur?  
I. Biraz kapanır.  
II. Biraz açılır.  
III. Değişme olmaz.
- A) I                      B) II                      C) I, III                      D) I, II

### 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-4

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda statik elektriğin oluşumunu tekniğine uygun olarak test edebilecek, Coulomb Kanunu ile statik yük hesaplarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Evlerimizde kullandığımız elektrik enerjisinin hangi yöntemle elde edildiğini araştırınız.
- Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarına alternatif olarak düşünülen enerji kaynaklarını araştırınız.

## 4. ELEKTRİK ÜRETİMİ

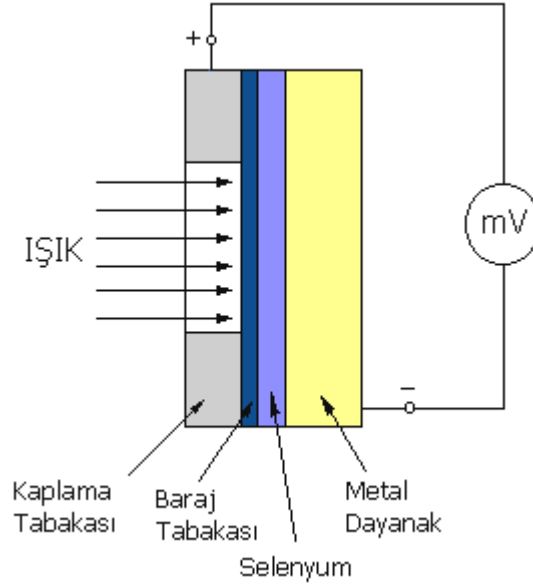
### 4.1. Işık Enerjisi ile Elektrik Üretimi

Işık enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi elde eden sistemlere foto-cell (ışık pilleri) veya foto voltaik sistemler denir. Foto voltaik sistemlerde elde edilen gerilim değeri maksimum 0,3 ile 0,5 V'tur ve bu gerilim doğru gerilimdir. Birden fazla foto-cell'ler birleştirilmek suretiyle yüksek gerilimler elde etmek mümkündür.



Resim 4.1: Işık Enerjisi ile elektrik enerjisi elde eden foto-voltaik sistem

Işık enerjisi ile gerilim elde eden sistemler genel olarak farklı iki yarı iletkenin birleştirilmesiyle elde edilir. Yarı iletkenlerden birinin üzerine ışık düştüğünde serbest elektronlar bağlı buldukları atomlardan koparak komşu yarı iletken atomlarına geçer. Böylece yarı iletkenlerin birisinde elektron fazlalığı, diğerinde ise elektron eksikliği belirir. Yarı iletkenlerdeki bu elektron farklılığı iki yarı iletken arasında bir gerilimin oluşmasına neden olur.



**Şekil 4.1: Foto-voltaik sistemin yapısı**

Yukarıdaki şekilde bir foto elemanın yapısı görülmektedir. Bu şekilde de görüldüğü gibi selenyum maddesi demirden bir dayanak üzerine oturtulmuştur. Uygun işlemler sonucunda selenyum levhanın üzeri ışığı geçiren ince metal film ile kaplanmıştır. Foto elemanın üzerine ışık düşmesiyle selenyum üzerinde serbest elektronlar oluşur. Serbest elektronlar baraj tabakası tarafından itilerek selenyum tabakanın bir tarafında toplanır. Böylece selenyumun metalle birleştiği yerde elektron azlığı, kaplama tabakası ile birleştiği yerde de elektron fazlalığı ortaya çıkar. Bu da kaplama maddesi ile metal dayanak arasında küçük de olsa bir gerilimin oluşmasına neden olur.

Günlük yaşantımızda foto-voltaik sistemler hesap makinesi, kol saatleri, ışık ölçme sistemleri gibi yerlerde kullanılır. Ayrıca güneş enerjisinden yararlanılarak yapılmış elektrikli arabalar ile elektrik santralleri de vardır.

## 4.2. Isı Etkisiyle Elektrik Üretimi

İki farklı metalin birer uçları birleştirilerek birleşim yüzeyi ısıtılacak olursa bir metalden diğerine doğru elektron hareketi başlar. Bu durumda metallerin diğer iki ucu arasında gerilim oluşur. Isı enerjisinden yararlanarak gerilim üreten bu tür sistemlere **termokupul** denir.

Termokupullarda kullanılan metaller ve kullanıldıkları sıcaklık değerleri aşağıdaki gibidir:

Bakır ve konstantan .....	150 °C'den 400 °C kadar
Kromel ve alumel .....	60 °C den 1400 °C kadar
Platin ve platin-rodium alaşımı .....	90 °C'den 1700 °C kadar



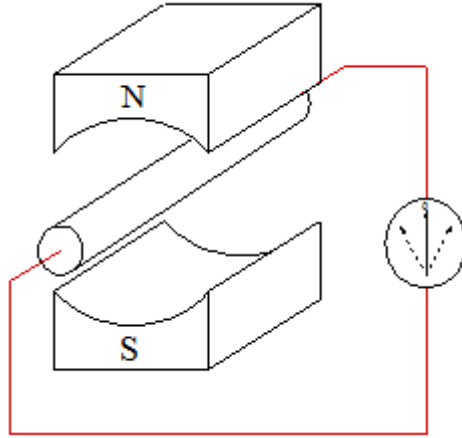
Termokupullarda elde edilen gerilim çok küçüktür ve doğru gerilimdir. Termokupul elemanlar genellikle zor ulaşılabilen yerlerin (örneğin: fırınlar) ısılarının ölçülmesinde kullanılır.

Uçaklarda da EGT (egzoz gaz temperature) denilen sistemlerde de termokupullar kullanılır. Bu sistemde egzoz sıcaklığı alümin ve kromel kullanılarak yapılmış termokupullarla ölçülerek pilot kabinindeki göstergelere iletilir.

### 4.3. Manyetik Etki ile Elektrik Üretimi

Günlük yaşantımızda ev, okul, ulaşım sistemlerinin (araba, otobüs, tramvay, metro, uçak, gemi vb.) elektrik enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında en fazla manyetik enerji kaynaklarından yararlanır.

Manyetik enerji kaynakları mekanik (hareket) enerjisini elektrik enerjisine çeviren makinelerdir. Manyetik alan içerisinde manyetik kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket ettirilen iletkenin iki ucu arasında bir gerilim (potansiyel fark) meydana gelir. Bu yöntemle gerilim elde etmeye “**endüksiyon yoluyla gerilim üretme**” denir. Aşağıdaki şekilde mıknatıslar arasında hareket eden bir iletkende gerilim endüklenmesi görülmektedir.



Şekil 4.2: Manyetik enerjinin elde edilmesi

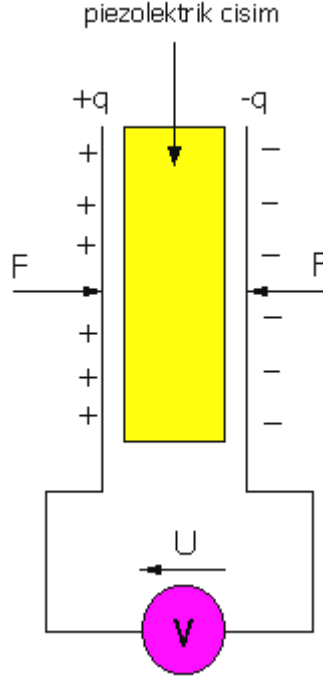
Pratikte kullanılan manyetik enerji kaynaklarından başlıcaları: Doğru akım generatörleri (dinamolar), alternatif akım generatörleri (alternatörler) ve manyetolardır.

Manyetik enerji kaynakları ile gerilim elde edilmesinde kullanılan hareket enerjisi barajlarda (hidroelektrik santrallerde) suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak sağlanır. Termik ve nükleer santrallerde ise açığa çıkan sıcaklık, suyu buhara dönüştürür. Buhar enerjisinden yararlanılarak türbin döndürülür. Ayrıca rüzgâr enerjisinden ve gel git olaylarından esinlenerek de yapılmış manyetik enerji kaynakları vardır.

Uçaklarda motorun hareket enerjisinden yararlanılarak motora bağlı olan alternatör döndürülür. Alternatörün sabit hızda dönmesi kontrol edilerek düzgün bir gerilim elde edilir.

Manyetik enerji kaynaklarından yararlanılarak yüksek gerilimler elde etmek mümkündür. Barajlarda üretilen gerilim 10.000 V gibi yüksek değerde olabilmektedir. Uçaklarda alternatörler yardımı ile elde edilen alternatif gerilim ise 115 V'tur.

#### 4.4. Basınç Etkisi ile Elektrik Üretimi



Şekil 4.3: Piezoelektrik yöntemi ile elektrik üretme

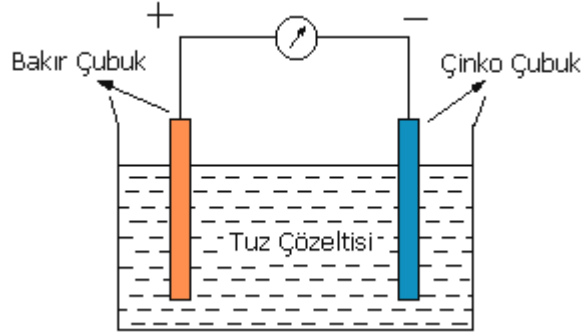
İletken olmayan kuartz, rochell tuzu (sodyum potasyum tartarat) ve turmolin kristallerinden kesilmiş levhaya belli bir doğrultuda uygulanan bir baskı (çekme ya da sıkıştırma) sonunda levhanın iki yüzünde farklı işaretli yükler meydana gelir. Bu elektrik yükü de potansiyel fark (gerilim) meydana getirir. Bu yöntemle gerilim elde etmeye **piezoelektrik** denir. Kristalden kesilmiş ince dilime alternatif gerilim uygulanacak olursa dilim eğilip bükülerek titreşimler yapmaya başlar.

Piezoelektrik etki, kuartz gibi maddelere özel biçimde duyarlıdır. İki yüzey üstünde elektrik yüklerinin bulunmasından dolayı, bu yüzler üstüne yerleştirilen iki elektrot arasında bir U potansiyel farkı ölçülebilir. Ortaya çıkan elektrik yüklerinin yüzeysel yoğunluğu, uygulanan basınçla doğru orantılıdır. Bu olayın tam tersi bir özelliği de vardır: Söz konusu iki yüzün her biri üstüne +q ve -q yükleri çöktürülürse ya da bu yüzler arasına bir U potansiyel farkı uygulanırsa levhanın belirli bir doğrultuda genişlediği ya da kasıldığı gözlenir.

Piezoelektrik etki, basınç ölçümünde, ses, ses üstü ya da ses altı frekansların titreşimlerinin incelenmesinde (patlamayla yer altı araştırmaları, mikrofon, plakların okuma kafası, baskı ayarı) doğrudan kullanılır.

## 4.5. Kimyasal Yöntem ile Elektrik Enerjisi Üretimi

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi tuz çözeltisi içerisinde biri çinko, diğeri bakır olmak üzere iki metal çubuk daldırılmıştır. Sıvı ile metal çubuklar arasında meydana gelen kimyasal olaylar sonucunda metal çubuklar (elektrotlar) arasında bir gerilim meydana gelir. Meydana gelen bu gerilim doğru gerilimdir. Bu yöntemle gerilim elde eden kaynaklar piller, aküler, bataryalardır. Kimyasal yöntemle elektrik enerjisi elde etme konusu daha ayrıntılı olarak beşinci öğretim faaliyeti olan “D.C. Elektrik Kaynakları” bölümünde açıklanmıştır.



Şekil 4.4: Kimyasal yöntemle elektrik üretmek

## 4.6. Sürtme ile Elektrik Üretimi

Maddeler ikinci öğretim faaliyetinde açıklandığı gibi sürtme, dokunma ve etki olmak üzere üç değişik yolla statik elektrik yüklenir. Statik elektrik yükü oluşturmak için yapılmış cihazlara Van De Graff jeneratörü denilmektedir. Bu cihazlarla 10.000 V g.b, yüksek değerlerde statik elektrik yükleri elde edilebilmektedir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Daniel pilini inceleyerek pillerin genel yapısı ve çalışma prensibi hakkında bilgi sahibi olunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Daniel pilinin hazırlanması için gerekli malzemeleri temin ediniz.</li><li>➤ Çalışma masanızın üzerinde gerekli çalışma ortamını hazırlayınız.</li><li>➤ Daniel pil kabını, ortasına pelür kâğıdını sıkıştırarak hazırlayınız.</li><li>➤ 250 ml saf su ile 65 g kristal çinko sülfat ile bakır sülfat çözeltisi hazırlayınız.</li><li>➤ 250 ml saf su ve 75 g kristal çinko sülfat koyarak çinko sülfat çözeltisini hazırlayınız.</li><li>➤ Hazırlanan çözeltilerden birini Daniel pili kabının bir bölmesine, diğer çözeltiyi de diğer bölmesine doldurunuz.</li><li>➤ Bakır elektrotu bakır sülfat çözeltisinin içerisine, çinko elektrodu da çinko sülfat çözeltisi içerisine batırınız.</li><li>➤ Bağlantı kabloları yardımı ile elektrotları ampule bağlayarak deney düzeneğini kurunuz.</li><li>➤ Ampulün ışık verip vermediğini gözlemleyiniz.</li><li>➤ Devreden geçen akımın yönünü belirleyiniz.</li><li>➤ Bir süre bekledikten sonra devreyi keserek elektrotları çözeltiler içerisinden çıkarınız. Kuruladıktan sonra elektrotların kütlelerindeki değişimleri hassas bir terazi ile ölçünüz.</li><li>➤ Elektrotların kütlelerinde oluşan değişiklikleri gözlemleyerek sebebini tartışınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayarak malzemeleri öğretmeninizden veya malzeme sorumlunuzdan temin ediniz.</li><li>➤ Kullanacağınız malzemeleri hassas terazi yardımı ile dikkatlice ölçerek kullanınız.</li><li>➤ Kimyasal maddeler ile çalışırken dikkatli olunuz.</li><li>➤ Devre üzerinde akımın geçiş yönünü belirlemek için ampermetre bağlayarak ölçüm yapınız.</li><li>➤ Deney sonucunda hassas terazi ile ölçüm yaparak aldığınız notları arkadaşlarınızla karşılaştırınız.</li><li>➤ Deney sonunda çinko elektrodun kütlelerinin azalmasını, bakır elektrodun kütlelerinin artmasını yorumlayarak sonuca varınız.</li></ul>

## 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. Deney için uygun nitelikteki malzemeleri seçtiniz mi?		
2. Daniel pil kabına yarı geçirgen pelür kağıdını koydunuz mu?		
3. 250 ml saf su ile 65 gr. Bakır sülfat ve çinko sülfat çözeltisi hazırladınız mı?		
4. Hazırlanan çözeltilerden birini daniel pil kabının bir bölmesine diğer çözeltiyi de diğer bölmesine koydunuz mu?		
5. Bakır sülfat çözeltisi içerisine bakır elektrotu, çinko sülfat çözeltisi içerisine de çinko elektrotu koydunuz mu?		
6. Krokodilli bağlantı kabloları yardımı ile lambayı devreye bağladınız mı?		
7. Bu bağlantı sonucunda devreden akım geçti mi?		
8. Devredeki lamba yandı mı?		
9. Deney sonunda elektrotları hassas terazi ile ölçtünüz mü?		
10. Elektrotların kütlelerinde bir değişiklik oluştu mu?		

## 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 cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Işık enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi elde edilen sistemlere .....veya .....denir.
2. Isı enerjisinden yararlanarak gerilim üreten elemanlara .....denir. Bu elemanlardan elde edilen gerilim .....ve doğru gerilimdir.
3. Uçaklarda .....yardımı ile elde edilen alternatif gerilim.....dur.
4. Pratikte kullanılan manyetik enerji kaynakları....., ..... ve .....dır.
5. Uçaklarda termokupl eleman olarak ..... metalleri kullanılır.

## 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-5

## AMAÇ

D.C enerji kaynaklarının yapısını kavrayarak pilleri değişik şekillerde tekniğine uygun olarak bağlayabilecek, pillerde iç direnç hesabını hatasız olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bazı piller enerjisini kaybettiğinde tekrar kullanılmazken bazıları şarj edilip kullanılabilir. Bu piller arasındaki farkları ve şarjlı pillerin tekrar nasıl doldurulduklarını araştırınız.

## 5. DOĞRU AKIM (D.C) ENERJİ KAYNAKLARI

### 5.1. Elektrot, Elektrolit ve Elektroliz

Saf su ve alkol gibi sıvılar elektrik akımını iletmez. Bunların içine az miktarda asit, baz veya tuz konulacak olursa bu sıvılar iletken hâle geçer. Asitli su, tuzlu su gibi elektriği ileten çözeltilere **elektrolit** denir.

Elektrolit içerisine daldırılan metal çubuklara **elektrot** denir. Elektrotlar pozitif (+) ve negatif (-) kutup olarak adlandırılır. Pozitif elektroda anot, negatif elektroda ise katot denir.

Elektrik akımı etkisi ile çözeltilerin kendisini oluşturan yapı birimlerine ayrışmasına **elektroliz** denir. Elektroliz olayında (-) yüklü iyonlar anotta, (+) yüklü iyonlar ise katotta toplanır. Elektroliz olayı sonucunda elektrik akımı kimyasal enerjiye dönüşür.

Elektroliz olayı galvanoteknik olarak adlandırılan metal kaplamacılığında kullanılır. Süs ve mutfak eşyaları altın, gümüş, çinko, kalay gibi maddelerle bu yöntemle kaplanır.

Her batarya üç temel ögeden oluşur. Anot (pozitif kutup), katot (negatif kutup) ve kimyasal reaksiyonu sağlayan elektrolittir. Elektrolit elektrik enerjisini depolayan ve geri veren kısımdır.

### 5.2. Piller

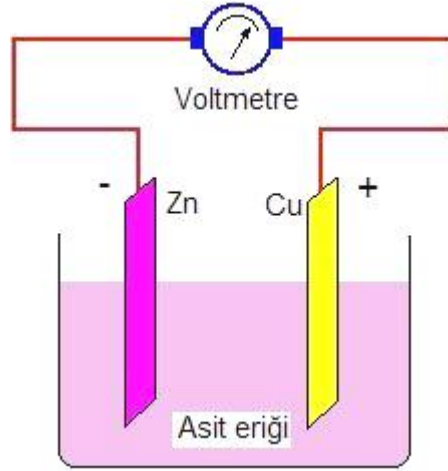
Bir pil kimyasal olarak enerji depolayan hücre veya hücrelerden oluşur. Tek çözelti (elektrolit) ve iki elektrot kullanılarak yapılan pillere **tek eriyikli piller** denir. Bu piller **birincil (primary)** olarak da adlandırılır. Birincil (primary) piller boşaldığında sonradan tekrar doldurulamaz. Bu tip pillere örnek olarak **volta pili** verilebilir.

Piller sadece tek çözelti ve iki elektrottan yapılmaz. İki çözelti ve iki elektrot kullanılarak yapılan piller de vardır. Bu şekildeki pillere **çift eriyikli piller** denir. Çift eriyikli piller **ikincil (sekondary)** olarak da isimlendirilir. İkincil (sekondary) piller boşaldığında dışarıdan enerji verilmek suretiyle tekrar doldurulabilir. Bu işleme **doldurma (recharge)** denir. İkincil (çift eriyikli) pillere örnek olarak daniel, lökklanşe, grove ve benzen pilleri verilebilir.

## 5.2.1. Tek Eriyikli Pillerin Temel Kimyasal Etkileri ve Yapısı

### 5.2.1.1. Volta Pili

Tek eriyikli pillerden en yaygın olarak bilineni **volta pili**dir. Şekil 5.1’de volta pilinin yapısı görülmektedir. Volta pilinde sulandırılmış sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) içine bakır ve çinko çubuklar daldırılmıştır. Burada bakır çubuk pozitif (+) kutbu, çinko çubuk ise negatif kutbu (-) meydana getirir. Bu tip pillerde iki elektrot arasında **1,1 V**’luk potansiyel fark vardır.



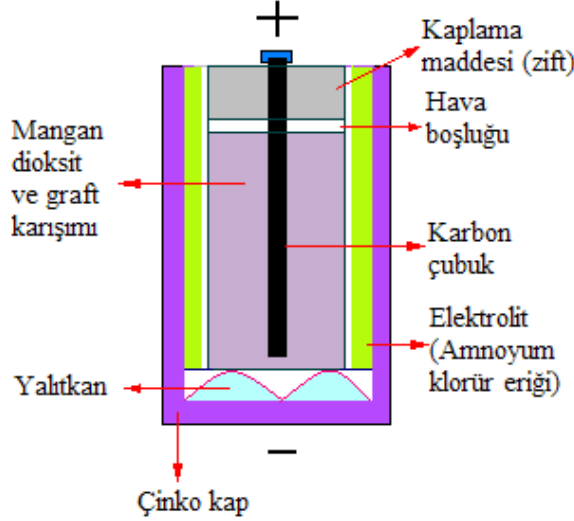
Şekil 5.1: Volta pili

Volta pilinde iki uç birleştirilirse elektronların fazla olduğu çinkodan, elektronların az olduğu bakıra doğru bir elektron akışı olur. Böylece bir elektrik akımı meydana gelir. Bu akım bir lambayı yakabilir veya bir cihazı çalıştırabilir.

Pilin içinde çinkodan bakıra doğru bir akım geçtiğinde çinko zamanla aşınır. Bakır elektrodun dış yüzeyi ise hidrojenle kaplanır. Pildeki bir elektrodun zamanla başka bir madde ile kaplanmasına **polarizasyon** denir. Polarizasyon önce pil geriliminin azalmasına, daha sonra da pilin geriliminin sıfır olmasına sebep olur.



### 5.2.1.2. Kuru Piller



Şekil 5.2: Kuru pil

Günlük hayatta en çok kullanılan piller kuru pillerdir. Pilin pozitif kutbu karbon, negatif kutbu ise çinkodan meydana gelir. Pozitif kutbu meydana getiren karbon çubuk, % 75'i mangandioksit ile % 25'i grafitten meydana gelen bir karışıma batırılmıştır. Torba içinde olan bu karışımın dışında, amonyum klorür çözeltisinden oluşan bir elektrolit vardır. Elektrolit çinko kap içerisinde bulunur. Karbon çubuğun çinko kaba değmemesi için araya bir yalıtkan madde konmuştur. Pilin üst kısmında ise hava boşluğu vardır. Pilin çalışması sırasında açığa çıkan bir takım gazlar burada toplanır. Şekil 5.2'de kuru pilin yapısı görülmektedir.

Kuru pilin (+) ile (-) kutbu iletken bir telle birleştirildiğinde devreden bir akım geçişi olur. Elektronlar dış devreden çinko kutuptan karbon kutba doğru hareket eder. Pilin içinde ise elektrik yükü, amonyum ve klor iyonları yardımı ile taşınır. Çinko elektrottaki çinko atomları elektrolit ile reaksiyona girerek elektrolit içine iki elektron bırakır.

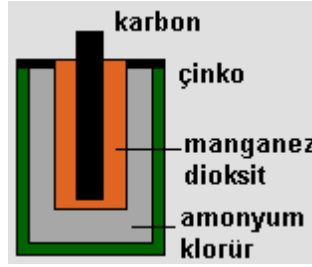
Böylece çinko atomları pozitif çinko iyonları şeklinde çözeltilmeye başlar. Amonyum iyonu, pozitif kutba giderek karbon elektrottan iki elektron alır. Bu elektronları alan amonyum iyonu pozitif kutuptan aldığı elektronla amonyak ve hidrojen gazını oluşturur. Çinko iyonları ise çözeltildeki klor iyonları ile birleşir. Pilin çalışması sırasında çinko elektrot sürekli olarak aşınmaktadır.

Kuru pillerin kutupları arasındaki gerilim 1,5 voltur. Pil kullanıldıkça mangandioksit azalır, pilin potansiyel farkı düşer ve pil zamanla tükenir. Kuru piller kullanım amacına göre birden fazla bağlanarak bataryalar oluşturulur.

## 5.2.2. Çift Eriyikli Pillerin Temel Kimyasal Etkisi ve Yapısı

Volta pili bir müddet akım verdikten sonra uçlarındaki gerilim düşmeye başlar. Bunun sebebi yukarıda anlatılan polarizasyon olayıdır. Polarizasyonu önlemek için pozitif kutbun etrafı hidrojenin etkisini ortadan kaldıracak, kolayca oksijen verebilecek bir madde ile kaplanır. Bu madde hidrojeni oksitleyerek etkisiz hâle getireceği gibi pilin de verimli olarak uzun süre kullanılmasını sağlar. Bu çeşit pillere **çift eriyikli piller** denir.

### 5.2.2.1. Löklaşe Pili



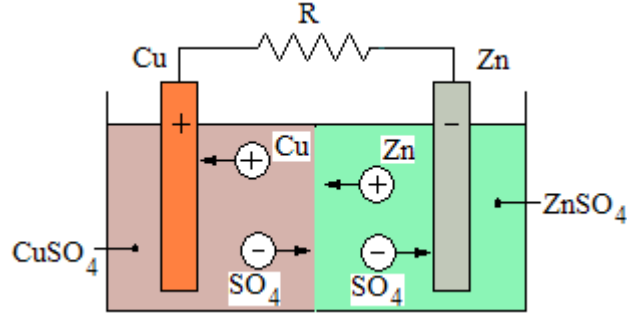
Şekil 5.3: Löklaşe pili

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi sulu löklaşe pilinde pozitif kutup karbon ©, negatif kutup çinko (Zn), elektrolit ise amonyum klorürden ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) oluşmuştur. Polarizasyonu önlemek için karbon elektrodun etrafı mangandioksit ( $\text{MnO}_2$ ) ve kömür tozları ile kaplanmıştır. Löklaşe pilinin gerilimi 1,5 voltur. Pil dış devreye akım verdiğinde amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )ün klor (Cl) iyonları negatif elektrot olan çinko üzerine gider.

Amonyum ( $\text{NH}_4$ ) iyonları ise pozitif elektroda doğru gider. Polarizasyonu önleyici madde katı hâlde bulunduğu için iyonlar elektrotları çok daha yavaş olarak kaplar. Böylece polarizasyon önlenmiş olur.

Löklaşe pili aralıklı çalışmalara elverişlidir. Bu piller cep lambaları, telefon telgraf sistemleri, elektronik cihazlarda kullanılır.

### 5.2.2.2. Daniel Pili



Şekil 5.4: Daniel pili

Yukarıdaki şekilde daniel pilinin yapısı görülmektedir. Daniel pilinde kabın bir tarafına bakır elektrot ve bakır sülfat eriği, diğer tarafına ise daha hafif olan çinko sülfat eriği ve çinko elektrot konularak çift eriyikli pil elde edilmiştir.

Daniel pili uçlarına bir alıcı bağlandığında, oluşan elektroliz olayı sonucu çinko üzerine  $\text{SO}_4$  iyonları ve bakır üzerine de Cu iyonları gider. Bu olayda iki elektrodun da özellikleri değişmediğinden polarizasyon meydana gelmez. Yalnız bu esnada çinko sülfat eriği yoğunluğunun artmasına karşılık bakır sülfat eriğinin yoğunluğu azalır. Daniel pilinin gerilimi **1,1** voltur.

Daniel pillerden uzun süreli akım çekilmesine rağmen kullanımı löklanşe pili kadar yaygın değildir.

### 5.2.3. Kurşun Asitli Piller (Aküler)

Kurşun asitli bataryalarda içinde seyreltik sülfirik ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) asit bulunan bir kaba iki kurşun elektrot sokulmuştur. Elektrotların dış yüzeylerinde kurşun sülfat ( $\text{PbSO}_4$ ) oluşacağı için batarya dış devreye gerilim vermez. Bu durumda olan batarya bir üreticinin uçlarına bağlanacak olursa elektroliz olayı başlar. Elektroliz olayı esnasında hidrojen iyonları negatif levhaya, sülfat iyonları da pozitif levhaya doğru gider. Şarj sonunda anotunda kurşundioksit ( $\text{PbO}_2$ ), katotta ise gözenekli saf kurşun ( $\text{Pb}$ ) oluşur. Böylece iki ayrı cins levha elde edilmiş olur. Kurşun asitli bataryalarda iki elektrot arasındaki gerilim **2,2** voltur.

Şarj edilmiş batarya bir alıcıya bağlanacak olursa akım dış devrede pozitif levhadan negatif levhaya, akünün içinde ise negatiften pozitive doğru akar (deşarj olayı). Deşarj süresince sülfat iyonları negatif levhaya giderken hidrojen iyonları da pozitif levhaya gider. Deşarj olayı sonunda ise her iki levhada başlangıçtaki kurşun sülfat ( $\text{PbSO}_4$ ) hâline geleceğinden akü dış devreye akım veremez olur.

Uygulamada kurşun asitli bataryalar en çok motorlu taşıt araçlarında, telekomünikasyon tesislerinde kullanılır. Tekrar şarj edilebilmeleri nedeniyle pillere göre üstünlükleri vardır.

#### 5.2.4. Nikel-Kadmiyum Piller

Nikel-kadmiyum piller piyasada Ni-Cd veya Ni-Cads sembolleri ile satılmaktadır. Adından da anlaşılacağı gibi nikel ve kadmiyumdan yapılmış pillerdir. Bu piller hafızalı piller olarak da adlandırılır.

Ni-Cd piller boşalınca kadar dış devreye verdiği gerilim değeri hep aynı seviyededir. Bu pillerde nikel pozitif kutbu, kadmiyum ise negatif kutbu meydana getirir. Ni-Cd pillerde kimyasal reaksiyonun olduğu elektrolit su içerisinde çözülmüş potasyum hidroksittir (KOH). Pilin deşarjı (boşalması) esnasında negatif elektrot olan kadmiyumdan pozitif elektrot olan nikel doğru elektron akışı olur. Elektron hareketinin sonucunda da elektrik akımı meydana gelir. Pilin şarjı sırasında ise bu olayların tersi bir durum söz konusudur.

Tüm pillerin üzerinde mevcut olan pilin akım gücünü gösteren bir rakam mevcuttur. Bu amper / saat olarak ifade edilir. Bir pilin üzerinde 800 mA /h yazıyorsa bu şu demektir: Bu pil 800 mA akımı ancak bir saat akıtabilir. Eğer bu pilden devamlı olarak 100 mA akım çekiyorsanız o zaman bu pil size 8 saat hizmet edecektir.

Nikel – kadmiyum pillerin şarjında değişik teknikler kullanılır. Bunlar pilin ömrünü uzatmak için yapılan işlemlerdir. Pil yarı boşalmış hâlde iken şarj edilmez, aksi hâlde pil hafızasında tuttuğu bu noktadan ileriye doğru şarj olur bu da kapasitesini düşürür. Bu tip piller önce boşaltılır, sonra şarj edilir.

Nikel kadmiyum pillerde meydana gelen kimyasal olay sonucunda elektrotların fiziksel yapısında herhangi bir değişim olmaz. Elektrotlardaki aktif maddeler alkaline elektrolit içinde çözünmez ve katı hâlde kalır. Bu nedenle Ni-Cd piller uzun ömürlüdür. Kimyasal reaksiyon sonucunda azalan ya da kaybolan aktif madde yoktur.

Uçaklarda sonoton tip nikel-kadmiyum bataryalar kullanılmaktadır. Bu bataryaların özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yangına karşı dayanıklıdır.
- Asit buharına karşı sızdırmazlık özelliği vardır.
- Yüksek akım verebilir (Örneğin, APU startında)
- Uzun ömürlüdür, plakaları çabuk bozulmaz.
- Kısa sürede şarj olabilir (Şarj için batarya şarj ünitesi kullanılır.).

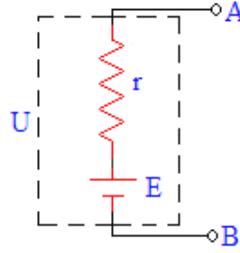
#### 5.2.5. Alkali Piller

Alkali pillerin anodunda yüksek-düzye alanlı çinko tozu, katodunda ise yüksek kaliteli mangandioksit ( $MnO_2$ ) bulunmaktadır. Elektrolit potasyum hidroksittir. Alkali pillerde, aktif katot maddesi olarak cıva oksit ( $HgO$ ) veya gümüş oksit ( $Ag_2O$ ) gibi maddelerde kullanılabilir.

Alkali pilleri, yüksek oranda enerji tüketen cihazlarda (dijital kameralar gibi) verimli olarak kullanmak mümkün değildir. Düşük oranda enerji tüketen aletlerde radyo, saat gibi çok verimli şekilde kullanılır.

Alkali piller yanlış kullanıldığı veya hasar gördüğü zaman pil içindeki alkali madde sızar ve ellere veya göze temas ettiğinde yanmasına neden olur.

### 5.3. Pillerin İç Direnci ve Batarya Üzerindeki Etkisi



Şekil 5.5: Pilin iç direnci

Üreteç içerisindeki elektrolitin, elektrik yüklerine karşı gösterdiği dirence **iç direnç** denir. İç direnç  $r$  harfi ile gösterilir. Birimi ohm ( $\Omega$ )dur. Şekil 5.3'te pilin iç direnci görülmektedir.

İdeal bir pilin iç direnci sıfırdır. Fakat uygulamada iç direnci sıfır olan bir pil yoktur. Uygulamada kullanılan bütün pillerin bir iç direnci vardır. Pilin iç direnci ne kadar düşükse pilin dış devreye verdiği gerilim o kadar fazla olur. Pilin iç direnci, elektrolitin yoğunluğuna, sıcaklığına, elektrot ve elektrolitin direncine bağlı olarak değişir.

İyi bir üretecin iç direncinin çok küçük olması istenir. İç direnci büyük olan pillerden büyük akım verildiğinde iç dirençte düşen akım artar ve pilin dış devreye verdiği gerilim azalır. Bu da devredeki alıcı üzerindeki gerilimin eksilmesine neden olur. Pillerin iç dirençleri 0,1 ohm ile 200 ohm arasında değişir.

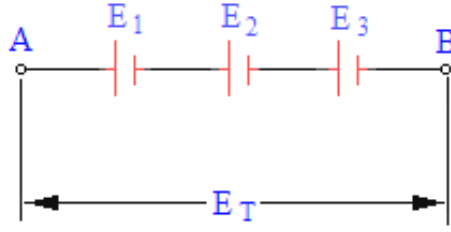
Zamanla kullanılan pilin ısınmasının sebebi pilden çekilen akımın iç direnç üzerinde ısı enerjisi meydana getirmesidir.

### 5.4. Pil Bağlantıları

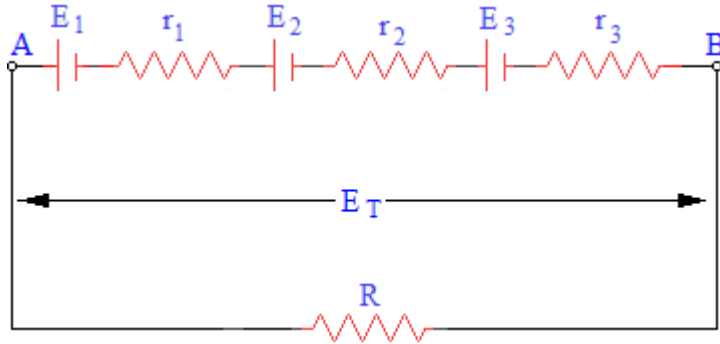
Piller (üreteçler) istenilen akım veya gerilim değerini elde etmek amacıyla seri, paralel veya seri-paralel olarak bağlanabilir. Pillerin değişik şekillerde bağlanmasıyla oluşturulan üreteçlere **batarya** denir.

#### 5.4.1. Seri Bağlantı

Şekil 5.6'da görüldüğü gibi bir pilin pozitif (+) kutbunun diğer pilin negatif (-) kutbuna bağlanmasıyla elde edilen devreye **seri bağlantı** denir. Seri bağlantıda toplam gerilim ilk üretecin pozitif ucu ile son üretecin negatif ucu arasında ölçülen gerilimdir.



Şekil 5.6: Pillerin seri bağlanması



Şekil 5.7: Pillerin seri bağlanmasında iç dirençler

Pillerin seri bağlanması ile dış devreye verilen gerilim değeri artar. Gerilimi artırmak için piller seri olarak bağlanır. Seri bağlantılı bataryaların ömürleri azdır.

Yukarıdaki şekilde 3 tane pil seri olarak bağlanmıştır. Her bir pilin iç direnci r harfi ile gösterilir. R direnci ise alıcının direncidir. Bu devredeki toplam E gerilimi:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 \quad \text{formülü ile bulunur.}$$

Eğer 3 değil de n tane aynı değerli (eşit gerilimli) piller seri olarak bağlanacak olursa bu durumda toplam gerilim;

$$E = n \cdot E_1 \quad \text{formülünden hesaplanır.}$$

Bataryaların iç dirençleri toplanarak toplam iç direnci hesaplamak da mümkündür. Her bir pilin iç direnci  $r_1, r_2, r_3, r_n$  olacak şekilde gösterildiğinde toplam iç direnç  $r_T$  ile gösterilirse,

$$r_T = r_1 + r_2 + r_3 \quad \text{formülü ile bulunur.}$$

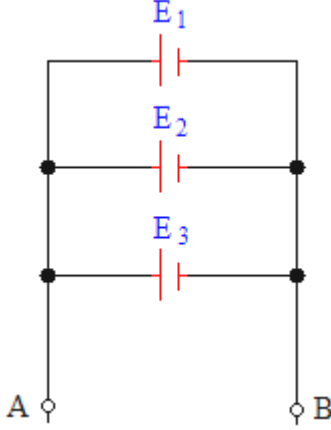
**Örnek:** Her birinin gerilimi 1,5 Volt ve iç direnci  $1 \Omega$  olan 3 pil seri olarak bağlıdır. Bu pil bataryasının toplam gerilimini ve toplam iç direncini hesaplayınız.

$$\begin{aligned} \text{Çözüm: } E_T &= E_1 + E_2 + E_3 \\ E_T &= 1,5 + 1,5 + 1,5 \\ E_T &= 4,5 \text{ V} \end{aligned}$$

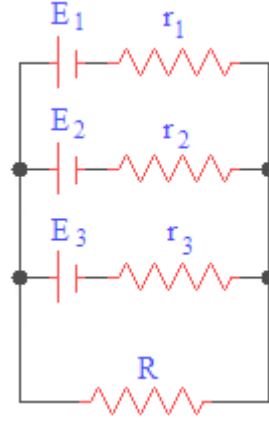
$$\begin{aligned} r_T &= r_1 + r_2 + r_3 \\ r_T &= 1 + 1 + 1 \\ r_T &= 3 \Omega \end{aligned}$$

## 5.4.2. Paralel Bağlantı

Şekil 5.8'de görüldüğü gibi pillerin (+) kutuplarının birbirine, (-) kutuplarının da birbirine bağlanmasıyla elde edilen pil bağlantısına **paralel bağlantı** denir.



Şekil 5. 8: Pillerin paralel bağlanması



Şekil 5. 9: Paralel bağlantıda pillerin iç direnci

Şekilde görüldüğü gibi pillerin pozitif ( + ) ve negatif ( - ) uçlarının birbirine bağlanması ile oluşturulan devreye **paralel bağlantı** denir. Piller paralel bağlanarak bataryanın akımı artırılmış olur. Paralel bağlı pillerden oluşturulan bataryaların ömürleri fazladır.

Gerilim değerleri birbirine eşit piller paralel bağlı ise batarya gerilimi bir pilin gerilimine eşittir.

$$E = E1 = E2 = E3 \text{ olur.}$$

Gerilimleri farklı piller paralel bağlanacak olursa gerilim değeri büyük olan pil diğerinin üzerinden hemen boşalır. Bu nedenle paralel bağlanacak pillerin gerilimleri farklı olamaz.

Paralel bağlı pillerin oluşturduğu bir bataryanın toplam iç direnci:

$$\frac{1}{r_T} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \text{ formülünden hesaplanabilir.}$$

Eğer n tane paralel bağlı pilin iç dirençleri birbirine eşitse  $r_T$ :

$$\frac{1}{r_T} = \frac{r}{n} \text{ formülünden hesaplanır.}$$

**Örnek:** 12 Volt gerilim değerine sahip iki pilin iç dirençleri  $2 \Omega$ 'dur. Bu iki pilin paralel bağlanacak olursa bataryanın toplam iç direnci ve gerilimi ne olur?

**Çözüm:**

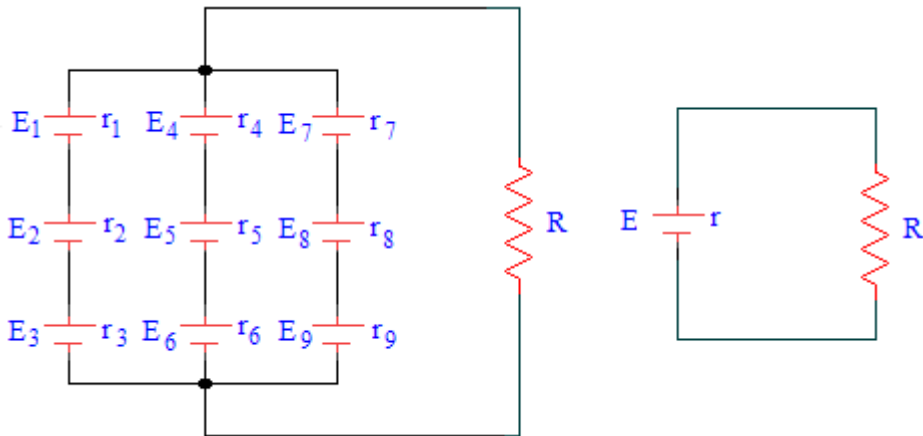
$$\frac{1}{r_T} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \Rightarrow \frac{1}{r_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Rightarrow r_T = 1 \Omega$$

Paralel bağlı pillerde gerilimler eşit olduğu için bataryanın toplam gerilimi her bir pilin gerilimine eşittir.

$E = E_1 = E_2 = 12 \text{ V}$  olarak yazılabilir.

### 5.4.3. Seri-Paralel (Karışık) Bağlantı

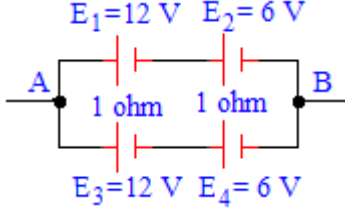
Şekil 5.10'da görüldüğü gibi büyük gerilim ve büyük akım değerlerinin elde edilmesi için yapılan pil bağlantılarına **karışık bağlantı** denir. Karışık bağlantıda önce seri bağlı pillerin eş değer gerilim ve iç direnci hesaplanır. Paralel bağlı pillerin iç dirençlerinin terslerinin toplanması ile toplam iç direnç hesaplanır. Bu işlem sonucunda bulunan paralel kol gerilimi bataryanın toplam devre gerilimidir.



Şekil 5.10: Pillerin seri-paralel bağlantısı ve eş değeri

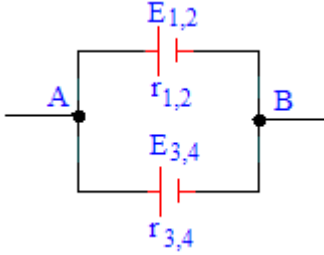


**Örnek:**



Dört tane pil yandaki şekildeki gibi bağlanmıştır. Pillerin gerilimleri 12 V ve 6 V, her birinin iç direnci ise  $1 \Omega$ 'dur. Bu devrede A-B arasındaki toplam gerilim ve toplam iç direnci hesaplayınız.

**Çözüm:**



$$E_{1,2} = 12 + 6 = 18 \text{ V}$$

$$E_{3,4} = 12 + 6 = 18 \text{ V}$$

$$r_{1,2} = 1 + 1 = 2 \Omega$$

$$r_{3,4} = 1 + 1 = 2 \Omega$$

Şekildeki devrenin toplam iç direnci:

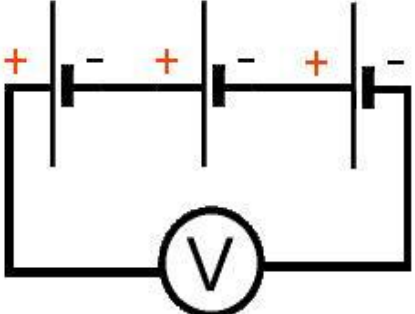
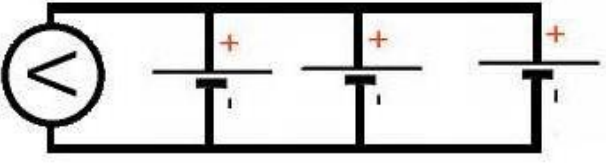
$$\frac{1}{r_T} = \frac{1}{r_{1,2}} + \frac{1}{r_{2,3}} \Rightarrow \frac{1}{r_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Rightarrow r_T = 1 \Omega$$

olarak hesaplanabilir. Paralel bağlı devrelerde gerilimler eşit olacağı için A-B noktaları arasındaki toplam gerilim  $E_{1,2}$  ve  $E_{3,4}$  gerilimlerine eşittir.

$$E_{A-B} = E_{1,2} = E_{3,4} = 18 \text{ V}$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Pillerin seri ve paralel bağlantısını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Deney için gerekli olan pil çeşitlerini ve ölçü aletlerini temin ediniz.</li><li>➤ Çalışma masanızı deneyi gerçekleştirmek üzere hazırlayınız.</li><li>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini alarak elinizdeki pillerin gerilim değerlerini bir voltmetre ile tek tek ölçünüz, not ediniz.</li><li>➤ Aşağıdaki bağlantı şemasına göre üç adet pili seri bağlayarak eş değer gerilimi ölçünüz, not ediniz.</li></ul>  <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Aynı pilleri aşağıdaki şemaya göre paralel bağlayınız, eş değer gerilimi ölçerek not ediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama faaliyetini gerçekleştirmek için gerekli malzemeleri ve ölçü aletlerini öğretmeniniz ya da malzeme sorumlunuzdan temin ediniz.</li><li>➤ Çalışacağınız alanda uygulama faaliyeti sırasında kullanacaklarınız dışında malzeme olmamasına özen gösteriniz.</li><li>➤ Ölçü aleti ile ölçüm yaparken uygun konum ve kademede olmasına özen gösteriniz.</li><li>➤ Paralel bağlantıyı gerçekleştirdiğiniz sırada kullandığınız pillerin özdeş olmasına dikkat ediniz</li><li>➤ Verilen devre şemasına uygun bağlantı kurmaya özen gösteriniz.</li><li>➤ Diğer arkadaşlarınız ile sonuçlarınızı karşılaştırınız.</li><li>➤ Uygulama faaliyetinin sonunda malzemelerini ve ölçü aletlerinizi teslim ederek çalışma masanızı düzenli bir şekilde bırakınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Pillerin seri ve paralel bağlantısı sırasında oluşan gerilim farklılığını ve sebeplerini tartışınız.</li></ul>	

## KONTROL LİSTESİ

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

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1.	Gerekli önlemleri alarak çalışma ortamınızı hazırladınız mı?		
2.	Gerekli malzemelerinizi eksiksiz olarak temin ettiniz mi?		
3.	Pillerin gerilim değerlerini voltmetre ile uygun konumda ölçtünüz mü?		
4.	Üç adet pili seri şekilde bağlayabildiniz mi?		
5.	Eş değer gerilimi voltmetre ile ölçtünüz mü?		
6.	Pilleri paralel bağlı konuma getirdiniz mi?		
7.	Eş değer gerilimi voltmetre ile ölçtünüz mü?		
8.	Deney sonunda bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınız ile tartıştınız mı?		
9.	Çalışma ortamınızı eski hâline getirdiniz 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.

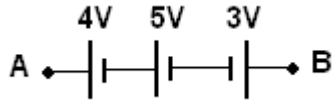
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Elektriği ileten çözeltilere ..... denir.
2. Pozitif elektrotlara ....., negatif elektrotlara.....denir.
3. Elektrik akımı etkisi ile çözeltilerin kendini oluşturan yapı birimlerine ayrışmasına ..... denir.
4. Tek çözelti ve iki elektrot kullanılarak yapılan pillere .....denir.
5. İki çözelti ve iki elektrot kullanılarak yapılan pillere .....denir.
6. Kuru pillerin kutupları arasındaki gerilim.....dur.
7. Kuru piller kullanım amaçlarına göre birden fazla bağlanarak .....oluşturulur.

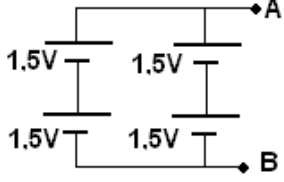
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. İç dirençleri önemsenmeyen 1.2 volt değerinde beş tane pil seri olarak bağlıdır. Bu pil bataryasının dış devreye vermiş olduğu gerilim kaç voltur?  
A) 12 V      B) 5 V      C) 6 V      D) 1.2 V
9. Her birinin emk'sı 2.2V ve iç direnci 0,1  $\Omega$  beş pilin seri bağlanması ile oluşturulan bataryanın gerilimi ve direnci aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) 11 V, 0.5  $\Omega$       B) 2.2 V, 0.1  $\Omega$   
C) 2.2 V,0.5  $\Omega$       D) 11 V,0.1  $\Omega$
10. 4V,5V,3 V'luk bataryalar şekildeki gibi bağlanırsa A-B noktaları arasındaki gerilim kaç voltur?



- A) 12 V      B) 9 V      C) 6 V      D) 8 V

11. 1,5 V'luk dört adet pil şekildeki gibi bağlanarak elde edilen bataryanın emk'sı kaç voltur?



A) 6 V

B) 3 V

C) 1.5 V

D) 9 V

### 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

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. ( ) Enerji altında çalışmakta herhangi bir sakınca yoktur.
2. ( ) Elektrik kazalarında (çarpmasında) ilk yapılacak iş, dokunarak kişiyi devreden ayırmaktır.
3. ( ) Atom, merkezde çekirdek ve çekirdeğin etrafında elektronlardan meydana gelmiştir,
4. ( ) Atomların ilk yörüngelerine valans yörünge, buradaki elektronlara ise valans elektron adı verilir.
5. ( ) Elektron kazanmış veya kaybetmiş atomlara iyon denir.
6. ( ) Bir cismin yüklü olup olmadığı, yüklü ise yükün cinsinin belirlenmesinde kullanılan cihaza elektroskop denir.
7. ( ) İki farklı metalin birer uçları birleştirilerek birleşim yüzeyi ısıtılacak olursa bir metalden diğerine doğru elektron hareketi başlar.
8. ( ) Manyetik alan içerisinde, manyetik kuvvet çizgileri içerisinde bekleyen iletkenin iki ucu arasında bir gerilim meydana gelir.
9. ( ) Pillerin ve bataryaların herhangi bir iç direnci yoktur.
10. ( ) Piller seri bağlandığı takdirde gerilim değerleri birbiri ile toplanır bir değişim olmaz.

## 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	A
2	C
3	D
4	C
5	Suni Solunum
6	Kaza

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Proton, Elektron
2	Atom Numarası
3	Valans, Valanseelektron
4	Serbest Elektron
5	Bileşik Madde
6	Negatif İyon, Pozitif İyon
7	İletken
8	Yalıtkan
9	Yarı İletken
10	Yarı İletken

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Elektriklenme
2	Pozitif Yükle
3	İtmez Ve Çekmez, İter, Çeker
4	Aynı Cins, Zıt Cins
5	Karesi, Ters
6	Ortama
7	Topraklanmalıdır
8	Deşarj Püskülleri
9	Gövdesi Topraklanarak
10	A
11	B
12	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Foto-Cell, Foto Voltaik
2	Termokupl, Çok Küçüktür
3	Alternatör, 115 V
4	DA Generatörleri (Dinamolar) AA Generatörleri (Alternatörler) Manyetolar
5	Alumel Ve Kromel

## ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	Elektrolit
2	Anot, Katot
3	Elektroliz
4	Tek Eriyikli (Birincil)
5	Çift Eriyikli (İkincil)
6	1,5 V
7	Batarya
8	C
9	A
10	C
11	B

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru



## KAYNAKÇA

- AKAR Feyzi, Mustafa YAĞIMLI, **Elektroteknik-1**, Beta Yayınları, İstanbul, 2000.
- COŞKUN İsmail, M. Emin GÜVEN, İ. Baha MARTI **Elektroteknik Cilt-I**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 1990.
- ERNA Haluk, Pratik Elektrik ve Uygulamalarıyla Modern Elektroteknik, İnkılap Yayınları, 1999.
- GÖRKEM Abdullah, Metin KUŞ, **Elektroteknik-1**, Çorum, 2003.
- HÜRER Ali, **Elektrik Tesisat Bilgisi-I**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 1990.
- ÖZTÜRK Orhan, Kemal YARCI, **Elektroteknik-1**, Yüce Yayınları, İstanbul, 1999.
- SAÇKAN Ahmet Hamdi, **Elektroteknik-1 ve Problem Çözümleri**, Birsen Yayınları, İstanbul, 2000.
- ŞAHAN B. Yüksel, **Fizik Laboratuvar Deneyleri**, Zambak Yayınları.
- YAZ Mehmet Ali, Sait AKSOY, Semih ABACI, Melih YALÇINELİ, Ahmet TEYMUR, Tayfun VARDAR, **Fizik-2**, Zambak Yayınları, İstanbul, 2004.
- [www.meteor.gov.tr](http://www.meteor.gov.tr)
- [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)