

# Genel Olarak Akümülatörler

Ali ALİM

**22 Yıldan Seçmeler...** Dergimiz arşivinden seçerek yayımladığımız makalelerin yer aldığı bu bölümümüzün iki amacı var. Birincisi, yirmi yıl öncesinden bu yana elektrik mühendisliği topluluğuna katılan "yeni" mühendislere o günlerin temel metinlerini sunmak ve ikincisi, teknolojinin nereden nereye geldiğini gösterebilmek. Yayımladığımız makaleler bu bağlamda değerlendirilmeli ve bugün için yüzde yüz geçerli metinler olmayabileceği dikkate alınmalı. Bu ay, Mayıs 1984 tarihli 23. sayımızdan bir makaleyi sunuyoruz.

## I. AKÜNÜN TARİFİ VE KISA TARİHÇESİ

Akümlatörler, elektrod olayları hemen tamamen tersinir olan galvanik hücrelerdir. Akümülatörlerin boşalmalarından sonra, dışarıdan verilen bir akım ile elektrolitik hücre yapılması yoluyla elektrokimyasal olaylar tersine çevrilebilir. Elektrolitin hücre olarak çalışması sırasında elektrik enerjisinin büyük bir kısmı sistemde iç enerji haline çevrilir, böylece akümülatörler başlangıçtaki haline getirilmiş olur ve yeni bir boşalma işlemi için kullanılabilir.

Piller akümülatör olarak çalışmazlar, çünkü elektrod olayları tersinir değildir. Örneğin Lecanche pili doldurulmak istenirse, yani kurşun akümülatöründe olduğu gibi dıştan verilen bir akımla elektrolitik hücre yapılırsa, artı kutupta klor çıktığı gözlenir.

Akünün tanımı en basit olarak, (şarj esnasında elektriksel enerjiyi kimyasal enerjiye ve deşarj esnasında ise kimyasal enerjiyi elektriksel enerjiye çeviren ve elektrik akımını depo eden bir elektro-kimyasal cihazdır) biçiminde yapılabilir.

İlk akümülatör, 1895 yılında İsveçli bir bilim adamı tarafından, sulandırılmış sülfirik asit içerisine iki adet saf kurşundan mamul plaka batırılarak tek yönde üzerinden akım geçirilmek suretiyle yapılmıştır. Zamanla bu konu üzerinde çalışan bilim adamları bugünkü ileri düzeye erişme başarısını göstermişlerdir.

## II. CİNSLERİ

Akümlatörler yapılarına göre yani imalatında kullanılan malzemeye göre adlandırılır. Bugün için sekonder bir batarya olarak düşünülen akümülatörler aşağıdaki cinslere ayrılır:

- 1 - Çelik akümülatörler
- 2 - Kurşun akümülatörler

### 1 - ÇELİK AKÜMLATÖRLER

Çelik aküler bugün için iki tipte üretilmekte ve bu tiplere göre adlandırılmaktadır.

#### a) NİFE AKÜLERİ

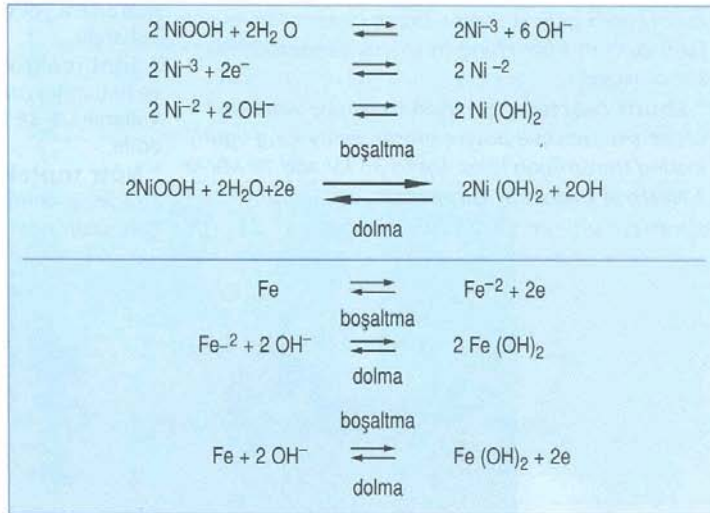
Adlarını Nikel (Ni) ve demirin (Fe) kimyadaki simgelerinin birleşiminden almışlardır.

- Çelik / Fe; Fe (OH)<sub>2</sub> / %20 KOH / Ni (OH)<sub>2</sub> NiOOH / Çelik +

Burada artı elektrod hidrotize nikel hidroksit ile iletkenliği sağlayan metalik nikel karışımından, eksi elektrod ise ince tanecikli demirden yapılmıştır. Elektrolit, litrede gram lityum hidroksit içeren %20 potasyum hidroksittir. Bu akümülatörün bir dereceye kadar Leclanche piline benzediği düşünülebilir. Leclanche pilindeki çinko yerini demir, bakır oksid yerini nikel oksid almıştır. Ama Leclanche pilinden önemli farkı buradaki her iki reaksiyonun da tersinir olmasıdır.

Bu akümülatörlerde akım veren reaksiyonlar aşağıda gösterilmiştir. S. Una Fall'a (1960) göre artı kutupta doldurma sırasında, aşırı doldurulsa bile, Ni (OH)<sub>2</sub>'in birinci oksidasyon ürünü NiOOH'dır.

Buna göre reaksiyonlar şöyle olabilir: ➔



Bu tip akümülatörlerde elektrolitin görevi yalnız iletme olmalıdır. Çünkü kurşun akümülatörlerde olduğu gibi elektrolit, elektrokimyasal reaksiyona katılmaz ve böylece akümülatörün elektrik gerilimi konsantrasyona bağlı değildir.

Fe-Ni bazlı akümülatörün başlangıç gerilimi 1,4 voltur ve boşalma başlar başlamaz 1,3 volta düşer, sonra giderek 1 volta erişir. Bu gerilimde akümülatör boşalmış kabul edilir. Temel reaksiyonlarla birlikte bazı yan reaksiyonlar cereyan etmektedir. Bu yan reaksiyonlar elektrik gerilimlerinin yükselmesi nedeniyle enerji verimlerine etkimektedir.

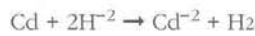
Bu akümülatörlerde,



reaksiyonunun oluşmasından olabildiğince kaçınılmalıdır. Çünkü ters reaksiyon güç ve yavaştır. Demirin üç değerli oksidinde oksitlenme, kurşun akümülatördeki sülfatlaşmaya benzetilebilir.

### B) NiCd AKÜLERİ

Aldarını nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) kimyadaki simgelerinden almıştır. Demir-Nikel akümülatörünün değişik bir diğer çeşidi kadmiyum veya junger akümülatörüdür. Bunlar, Edison akümülatöründen farklı olarak demir yerine kadmiyum elektroduna sahiptir. Kadmiyum demire oranla bazı üstünlükleri vardır. Birincisi, boşalma sırasında meydana gelen oksid biraz iletkenidir ve böylece civa-monoksit katılması gerekmez. İkincisi, kadmiyum başka bir yan reaksiyon vermez. Çünkü kadmiyumun üç değerli bileşiği yoktur ve kendi kendine boşalma reaksiyonu olan



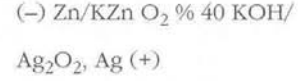
reaksiyonu, demir elektrodun benzer boşalma reaksiyonuna göre çok daha küçüktür. Ancak, demirden farklı olarak, kadmiyum elektrod pasifleşmez. Bu tip akümülatörler bugün için ağır sanayide, trenlerde, vapurlarda, maden ocaklarında, santrallarda vb. yerlerde kullanılır. Elektroliti potas kostiğinin saf su ile belirli bir oranda sulandırılmasından meydana getirilir. Bugün için cep ve tüp olmak üzere iki tipte üretilmektedir. Bir Ni Cd akümülatörde, aktif maddeler, şarj ve deşarj olayları sırasında vuku bulan reaksiyonlar aşağıda gösterilmiştir.

### c) GÜMÜŞ-ÇİNKO BAZLI AKÜMLATÖRLER

Gümüş-çinko akümülatörleri, gümüş kullanılması nedeniyle nispeten pahalı olduğu halde, çok sağlam, doldurma ve yeniden doldurulmaların çabukluğu ayrıca boşalma sırasında elektrik gerili-

minin sabit kalması nedeniyle klasik akümülatörle rekabet edebilmiştir. Bugün çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Akümlatör şeması şöyle verilebilir.



Gözenekli çinko anod, oksitlenmiş gümüşten oluşan katodan, selülozlu maddelerden yapılmış olan ve iyon değişimi yapabilen bir çeperle ayrılmıştır. Elektrolit hacmi ancak bu gözenekli çeperi doyurucu kadardır.

Boşalma sırasında + kutupta önce gümüş peroksid gümüş okside ve sonra da gümüşe redükle edilir. Yani birbirinden ayrı iki basamak vardır.

Eski kutupta boşalma reaksiyonu, aşağıdaki reaksiyona göre çinkonun çözünmesidir:

Pozitif Plakta:	Şarjda:	Deşarjda:
	Nikelhidroksit	Nikelhidroksit
	-Ni (OH) <sub>3</sub>	Ni (OH) <sub>2</sub>
Negatif Plakta:	Metalik Kadmiyum	Kadmiyumhidroksit
	Cd	Cd (OH) <sub>2</sub>
Kimyasal Reaksiyon:		
$2\text{Ni (OH)}_3 + \text{Cd} \rightleftharpoons 2\text{Ni (OH)}_2 + \text{Cd (OH)}_2$		

$\text{Ag}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}$	$\longrightarrow$	$\text{Ag} + 2\text{OH}^-$
$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}$	$\longrightarrow$	$\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
$\text{Ag}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}$	$\longrightarrow$	$2\text{Ag} + 4\text{OH}^-$
$\text{Zn}$	$\longrightarrow$	$\text{Zn}^{-2} + 2\text{e}$
$\text{Zn}^{-2} + 2\text{OH}$	$\longrightarrow$	$\text{Zn (OH)}_2$
$\text{Zn (OH)}_2 + 2\text{OH}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Reaksiyon sonucu çinko hidrokisit ve potasyum çinkat meydana gelir ve çözelti bu maddelere doayun olduğundan çökelirler. Boşalma ve doldurma işlemleri yenilendikçe eski elektrodun dip kısmı giderek çinko bakımından zenginleşir. Bazlı akümülatörün başlıca sakıncası karbonat oluşturmak üzere karbondioksit absorbe etmesidir. Bu elektrod reaksiyonlarını değıştirmez, ama elektrolitin direncini önemli derecede artırır.

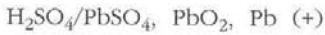
Çözünmesine izin verebilecek en büyük  $\text{CO}_2$  konsantrasyonu 0,1 N'dir. Bu miktar, başlangıçtaki potasyum hidroksidin %10'unun karbonata dönüşmesini sağlar. Eğer bu sınır aşırsa elektrolit yenilenmelidir. Normal koşullarda bu yenileme işlemi yılda bir defa yapılır.

## 2 KURŞUN AKÜMÜLATÖRLER

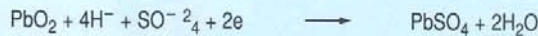
Bugün için dünyada en çok kullanılan bu tip aküler Kurşun-Sülfirik asit esasına göre imal edilmektedir. Bir kurşun akümülatör iki plaka grubundan meydana gelmiştir.

a) Pozitif plaka yani kurşun peroksit grubu

b) Negatif plaka yani gözenekli kurşun grubu



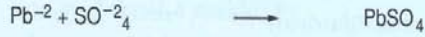
Boşalma sırasında artı kutupta gerçekleşen elektrod reaksiyonu:



Buna göre artı kutupta sülfirik asit harcanması ile su meydana

gelir ve elektrod yüzeyinde  $\text{PbSO}_4$  çökelir.

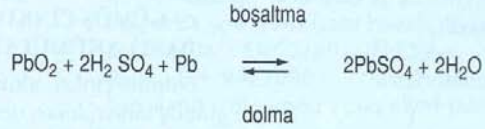
Eksi kutupta cereyan eden reaksiyon:



Eksi kutupta da sülfirik asit harcanır ve  $\text{PbSO}_4$  meydana gelir. Hücre reaksiyonu bu iki elektrod reaksiyonlarının toplamıdır:

kütlesine, kullanılma yüzdesine, asit konsantrasyonuna, boşalma akımı şiddetine sıcaklığa ve akümülatörün boşaldığı kabul edilen

son elektrik gerilimine bağlıdır. Küçük gözenekli elektrodların kapasitesi, aynı aktif kütleli sıkı yapıllı elektrodlardan daha büyüktür.



Elektrodların her ikisinin de sülfatlaşması (sülfat oluşması), hem deneysel olarak gözlenmektedir ve hem de termodinamik hesaplamalarla uygunluktur. Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere her bir elektrodun elektrik gerilimi ve böylece akümülatörün elektrik gerilimi, başlıca, sülfirik asit konsantrasyonuna bağlıdır.

Her iki elektrotta da boşalma sırasında kurşun sülfat oluşur. Bu kurşun sülfat çok küçük parçacıklar şeklinde olduğundan dolurma sırasında ters reaksiyon bir zorluğa uğramaksızın cereyan eder.

Aktif maddenin hazırlanması ve bunların kurşun griflere (kafeslere) yahut tüp veya torbalara tespiti çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır.

Bu yöntemler, bu tipleri bulanların adlarına bağımlı olarak anılmaktadır.

- 1 - Faure yöntemi,
- 2 - Plante yöntemi,
- 3 - Semi Plante yöntemi,
- 4 - Panzer yöntemi.

Yukarıda sözü edilen yöntemler halen akü sanayiinde kullanılmakta olup bunların tümü birden, kurşun-asit esasında düşünülür.

## III. KULLANILDIKLARI YERLERE GÖRE AKÜ TİPLERİ

Akümülatörler kullandıkları yerlere göre adlandırılır. Bu da yaptığı işe göre istediğimiz tip ve kapasitede bir bataryayı seçmemizi sağlar. Kullanıldığı yere göre akü tipleri: ➡

Kurşun akümülatörünün kapasitesi, elektrodların tipine, aktif

- a) Starter tipi,
- b) Traksiyoner tipi,
- c) Stasyonier tipi'dir.

**A) STARTER TİPİ:** Bu tip aküler ancak araçlarda ilk hareketi sağlamak için kullanılır. Bugün için en çok kullanılan akü tipidir denilebilir. Çünkü dünya üzerindeki mevcut araç veya sabit motorlarda kullanılmakta ve her gün artan araç adedi kadar da fazlaşmaktadır.

**B) TRANSİYONER BATARYALAR:** Bugünkü modern hava ve deniz limanlarında ve antrepolarında forkliftlerde, vinçlerde ve kıscası yüksek bir demaraj akımı ile çalışan tüm hareketli araçlarda emniyetle kullanılan yüksek kapasiteli bir aküdür.

**C) STASYONER AKÜMÜLATÖR:** Isminden anlaşılacağı gibi sabit tesislerde kullanılan bir aküdür. Telefon santralleri ile sinema ve tiyatro gibi yerlerin yedek kaynakları olarak kullanılır.

#### IV. YAPIM TİPLERİNE GÖRE AKÜMÜLATÖRLER:

Aküler, kullanıldığı yerlere göre adlandırılmakla birlikte BÖLÜM II'de açıkladığımız yapım tiplerine göre de ayrılırlar.

Bugün için ileri seviyeye erişmiş bulunan akü üretim teknolojilerinde üretim tekniklerine göre tipler aşağıdaki gibidir:

**1- FUARE TİPİ:** Bu tip akülerde aktif madde, plakanın kurşunundan elektro kimyasal bir yol ile elde edileceği yerde mekanik bir yol ile hazırlanarak plakalar "gredler" üzerine sıvanır. Hamur haline getirilen aktif madde kafesin "grifin" boşlukları üzerine sürülerek plakalar meydana getirilir. Bu hamur sülyen ( $Pb_3O_4$ ) ya-

hut litarj ( $PbO$ ) gibi kurşun oksitlerinden veya bunların belirli bir oranda birbiri ile karışmasından meydana gelmiştir. Sıvanan plakaların nemi alınarak özel kurutma odalarında kurutulur. Plakalar tamamen kuruduktan sonra formasyon şarjına tabi tutulur. Böylelikle, bu plakalardan pozitif plaka yapılmak istenirse pozitif terminale, negatif plaka yapılmak istenirse negatif terminale bağlanarak akım geçirilir.

**a) Pozitif Plakalar:** Bu tip plakaları meydana getirmek üzere yapılan çalışmanın amacı zayıf bir kurşun peroksidini  $PbO_2$  haline getirmektir. İlk kullanma maddesi olarak sülyen gibi oldukça kuvvetli bir oksit alınarak hem zamandan kazanılır, hem de enerji sarfı azaltılır. Bu sebeple sülyen veya sülyenle litarj karışımı çoğunlukla pozitif plaka imalinde kullanılır. Bu pastanın içine litarjin katılması pastanın semantasyonuna yardımcı olmak içindir.

Bugün için kullanılan usul, toz haline getirilmiş kurşun oksidasyonu sayesinde elde edilen zayıf kurşun oksidinin, yüzde itibariyle az bir sülyenle karıştırılmasıdır. Bu yöntem daha çok dayanıklı bir plakanın meydana gelmesine sebep olursa da doğal olarak daha uzun bir oluşma zamanına ihtiyaç gösterir.

**b) Negatif Plakalar:** Negatif aktif madde pozitifte olduğu gibi sert ve kırılğan değildir. Fakat elektriksel bir sağlamlık taşımaktadır. Şarj ve deşarj olayları sırasında çok az bir kimyasal değişiklik gösterir. Bu sebeple bu tip plakalarda aktif kütle griften ayrılma ya yüz tutmaz, buna karşılık parazitlerini yani gözeneklerini kaybetmeye yüz tutar. Bunun için bu tip plakaları imal ederken paraziteyi az nisbette katıklar eklemek suretiyle artırmak mümkündür.

Bugün için kullanılmakta olan bütün starter tipi aküler sıvama (Fature) tipi olarak imal edilmektedir. Belirli bir ağırlıktaki aktif madde den elde edilecek kapasite, aşağıdaki konulara bağlı olur:

- 1) Aktif maddenin parazitesi,
- 2) Etken yüzeyin büyüklüğü.

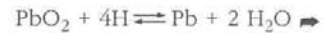
Plakanın ince olduğu oranda pastanın daha büyük yüzeyinin akım etkisi altında kalacağı açıktır. Diğer özellikler eşit olduğu takdirde ince plakalardan meydana gelmiş bir hücrenin kapasitesi kalın plakalardan meydana gelen hücrenin kapasitesinden daha büyüktür. Bu durum özellikle yüksek sürdeşarj hallerinde kendini daha çok belli eder.

**2- PLANTE TİPİ:** Belirli bir oranda sulandırılmış  $H_2SO_4$  içerisinde saflığı %99,99  $H_2SO_4$   $H_2O$ 'nun yani 2 atom hidrojeni ile 1 atom oksijeninin ayrıştığı ve aşağıdaki olayların olduğunu görürüz.

1- Oksijen serbest hale geçer ve artı plakanın yüzünden habbeler halinde çıkarak bu plakayı kahverengi bir hale sokar, yani bu plakanın yüzeyinde  $PbO_2$  meydana getirir.

2- Aynı şekilde ayrışan hidrojen gazı da eksi plakalar üzerinden çıkar.  $H_2$  gazı eksi plakalara tesir edemediğinden bu plakaların rengi kurşun rengini muhafaza eder. Böylelikle akülerin çalışma prensibi olan kurşun ve kurşun peroksit durumları oluşur. Bu yöntem PLANTE yöntemi denir.

Akım yönü değiştirildiğinde pozitiflerdeki  $PbO_2$ ,  $H_2$  ile birleşerek tekrar su haline geçer.



Plante tipi akümülatörlerdeki plakaların yapılışı yukarıda açıklanan yöntemle dayanmaktadır. Çok iyi bir Plante plakanın imali için birçok sorunun çözümü gerekmektedir. Aktif madde plaka üzerinde ince bir tabaka halinde meydana geldiğinde yeterli miktarda aktif kütle elde edilebilmesi için plaka yüzeyinin büyük tutulması gereklidir. Bu da yeni yeni imalat tipleri geliştirilmesine neden olmuş, düz ve büyük yüzeyli bir kurşun plaka yerine diyaframlı çok geniş yüzeyli ufak boyutta plakalar yapılmıştır. Böylelikle düz bir plaka yerine diyaframlı bir plaka kullanılarak yüzeyi 9-12 misli büyütme olanağı elde edilmiştir.

#### AĞIRLIK VE DAYANIKLILIK:

Bir Plante plakanın ömrü kurşun ağırlığı ile doğru orantılıdır. Yukarıda açıklandığı gibi akım yönünü değiştirmek suretiyle plakalar üzerinde kurşun oksit tabakası meydana getirmek kabil olmaktadır. Bu olay nedeniyle şarj ve deşarj olayları sırasında, plakada bir önceki kurşun oksit yok olarak altından yeni bir kurşun oksit tabakası meydana gelmektedir. Bu, Plante tipi akünün kapasitesinin plakanın ömrü boyunca devam edeceği anlamına gelmektedir. Bu özellik, Plante tipinin sıvama Faure tipi plakalara oranla üstünlüğünü gösterir.

**PLANTE NEGATİFLERİ:** Bugün, stasyonier bataryalarda Plante pozitifinin yanında Plante negatif yerine zamandan ve enerjiden tasarruf için Faure negatif kullanılmaktadır. Plante tipi plakalar, özellikle dikey diyaframlı olanları, boyuna %10 oranında bir uzama yaptığından (oksitleşmeden dolayı) stasyonier olarak kullanılan kaplarda uzama gözönüne alınarak altta boşluk bırakılır.

**c) SEMI-PLANTE TIPI:** Bu tip plakalar Faure ve Plante arasında ve her iki tipin karakteristiklerini taşıyan plaka cinsidir.

Kurşun plakanın diyaframları arasında Faure tipindeki pasta ( $PbO_2$ ) sıvaması yapılı ve çalışması Faure tipindeki gibidir. Zamanla sürşarjdan veya diğer bir sebepten dolayı dökülse dahi plakalar Plante tipi olarak çalışır.

**d) PONZER TIPI PLAKALAR:** Bu tip plakalar yukarıda da açıkladığımız gibi kullanma yerleri 3 kısma ayrılan yani starter, traksiyoner ve stasyonier olan tiplerin her üçünde de kullanılmaktadır. Ancak starter olarak kullanımı yaygın değildir. Bu tip akümülatörlerin Plante, Semi-Plante veya Faure tiplerine göre üstünlüğünün karşılaştırmasını sonraya bırakarak üretimini inceleyelim.

#### a) Pozitif Plakalar:

**GRİTLER:** %99,99 saflıktaki kurşuna %0-16 arasında antimuan karıştırmak suretiyle hazırlanan alaşım grit kalıplarına dökülür. Kalıplar kafesli olmayıp sütun halinde dökülür. Bunun üzerinde tüpler geçirilir.

Aktif kütle toz halinde vibrasyon yolu ile bu tüpçüklere doldurulur ve belirli ağırlığa gelince açık ağızları yekpare tapalarla kapanarak sulandırılmış  $H_2SO_4$  içerisine batırılır. Buradan çıkarıldıktan sonra özel kurutma odalarında kurutulur. Daha sonra gerekli formasyon şarjına tabi tutulur.

Bu tip plakalar Faure veya Plante tiplerine göre çok üstündürler. Sıvama veya Plante tiplerinde aktif maddenin her bir lirasından çekilen akıma oranla bunda daha fazla akım çekilmektedir.

Yani ortalama olarak, sıvama Faure veya Plante tiplerinden her bir desimetre kareden 10 amper

çekilirse Ponzer tiplerinden her bir desimetre kareden 14 amper çekilebilir. Bu da, bu tipin sıvama veya Plante tipine göre %40 oranında yüksek bir kapasiteye sahip olduğunu gösterir. Ponzer tiplerinin diğer tiplerle karşılaştırılmasında görülen diğer bir özellik de sürşarjdan dolayı aktif kütle dökülmemesi, plakaların eğilmemesidir. Bununla birlikte sülfatlaşma gibi bir olayın lavaj yapmak suretiyle temizlenmesi halinde, tüpçüler sayesinde hiçbir aktif kütle dökülmez. (İmalat teknikleri arasındaki farklılıklar ayrı bir bölümde incelenecektir.)

Bu tip aküler diğer tipleri sanayinin bütün kollarında ekarte etmekte ve randımanlı bir şekilde kullanılmaktadır.

#### V. AKTİF MADDE

Şarj esnasında enerji emen ve deşarjda enerjisi veren maddelerin AKTİF KÜTLE diye adlandırıldığı daha önce ifade edilmişti. Kurşun asit esasına göre çalışan bir akümülatörün içinde bulunan aktif maddeler şunlardır:

- 1) Kurşun Peroksit,
- 2) Saf Kurşun,
- 3) Elektrolit.

#### 1) KURŞUN PEROKSİT ( $PbO_2$ ):

Kurşun asidi oldukça sert kırılğan bir maddedir. Koyu çikolata kahverenginde olup her molekülü bir kurşun ile iki oksijen atomundan ibarettir ve yalnız akülerde pozitif kütle maddesi olarak kullanılır.

2) SAF KURŞUN: Adından da anlaşılacağı gibi saf kurşun olup yalnız negatif plakalarda ve gritlerde kullanılır.

3) ELEKTROLİT: Kurşun akümülatörlerin çalışmasını sağlayan elektrolit belirli bir oranda sülfürik asitin saf su ile karıştırılmasından elde edilir.

## VI. VOLTAJ

Açık devre gerilimi; (Şarj edildikten sonra boşta yüksüz olarak bulunan tam şarjlı bir hücrenin gerilimi) yaklaşık 2,1 Volt civarındadır. Bu değer sabit olmayıp aşağıdaki faktörlerin tesirine bağlıdır:

- 1- Son şarjdan sonra geçen zaman,
- 2- Elektrolitin özgül ağırlığı,
- 3- Hücrenin ısısı.

Şarjın sonunda hücre gerilimi daima bilinen değerden yüksektir. Aradan birkaç saat geçtikten sonra yavaş yavaş bir değere düştüğü görülür. Bu değerde hemen boşta iken sabit kalır. Sabit kalan bu gerilim değeri hücrenin elektrolit özgül ağırlığı ve ısısı çerçevesinde, hücrenin açık devre gerilimidir. Şarj sırasında bir hücrenin gerilimi yavaş yavaş yükselirken, bununla orantılı olarak elektrolitin özgül ağırlığı ile ısının yükseldiği görülür. Aynı şekilde deşarj esnasında da elektrolitin bomesinin düştüğü gözlenir.

Sıcaklığın artması halinde hücre gerilimi de belli belirsiz artar. Kurşun asit esasına göre çalışan akülerde sıcaklığın hiçbir zaman 45°C'nin üstüne çıkmasına izin verilmemelidir.

## VII. KAPASİTE

Bir akümülatörün ölçü birimi Amper-Saat'tir. Kısaca 1 Amperlik akımın 1 Saatte naklettiği elektrik miktarına Amper-Saat (Ah) denir.

Örneğin, 1000 Ah kapasiteli bir akü, 100 A'lık bir akımı 10 saat müddetle devam ettirebilecek demektir. Gerçekte bir akünün kapasitesi değişik oranlar için hiçbir zaman sabit değildir. Oran yükseldikçe kapasite azalır ve böylece aynı akü 5 saat için 200 Ah ya da 2 saat için 500 Ah vermeye yeterli olamaz.

Deşarj müddeti ne kadar yavaş ve uzun olursa bir akünün kapasite-

tesi (yani belirli bir elektrolit sıcaklığında verebileceği elektrik miktarı) o kadar yüksek olur. Fakat gerek şarjda ve gerekse deşarjda elektrolitin sıcaklığı, 45°C'yi hiçbir zaman aşmamalıdır. Buna paralel olarak her sıcaklıkta yoğunluk da aynı değildir. Aynı ağırlıkta bulunan bir akünün belli bir deşarj rejiminde plakaları ne kadar ince ve elektrolit yoğunluğu ne kadar yüksek olursa kapasitesi o oranda yüksek olur. Bir akümülatörün kütle kapasitesi ne kadar yüksek olursa sağlamlığı da o oranda az olur. Herhangi bir tipte akümülatör satın alırken bir sıcaklık derecesi için belirli bir deşarj rejimindeki kapasitesini (mesela C10 saatlik kapasitesini) ayrıca cins ağırlık vs. gibi özelliklerini sormak gerekir.

Bir bataryanın deşarjını sağlayan özelliklerden bir tanesi de iç direncidir. Bir bataryanın iç direnci aşağıdaki bölümlerden meydana gelmiştir.

- 1- Gritin direnci,
- 2- Aktif kütlelerin direnci,
- 3- Elektrolitin direnci.

Bir akünün kutupları arasındaki gerilimin düşmesi, deşarjın artması ile doğru orantılıdır. Bir akünün iç direnci ne kadar küçük olarak (sulu halde) alınır, deşarj sonunda gerilim o kadar yüksek ve şarj da o kadar küçük olur.

## VERİM

Bir akünün verimi şarj ve deşarj rejimlerinde, elemanlarının tipine göre değişir. Şarj ve deşarj akımının yüksek olduğu sürece akünün verimi o oranda düşer.

Akülerde verim iki esasta incelenir.

- 1) Kapasitif verim,
- 2) Enerji verimi.

**1- Kapasitif Verim:** Deşarjda verdiği elektrik miktarının, şarjda aldığı elektrik miktarına oranıdır.

**2- Enerji Verimi:** Sanayi bakımından çok önemli olan enerji verimi ise, deşarjda verdiği enerjinin şarjda aldığı enerjiye oranıdır.

## IX. ASİT, SAF SU VE BUNLARIN HAZIRLANMASI

Kurşun akümülatörün her tip ve kapasitesinde, eksiksiz olarak, sülfürik asit kullanılır. Sülfürik asitin saf su ile belirli bir oranda karıştırılmasından elde edilen bu karışım elektrolit adı verilir. Asit saf ve 1,842/66° yoğunlukta bulunmalıdır. Asit, damıtık bu ile birlikte temiz bir cam, ebonit veya içi kurşun astarla kaplı bir kap içerisinde karıştırıldığında ani ısınmalara yol açacağından asidi suya yavaş yavaş eklemek ve ısınma olduğu anlarda durmak, ebonit veya tahta çubukla sürekli karıştırmak gereklidir.

Soğumayı sağlamak için en az 24 saat süreyle elektroliti dinlendirmek gereklidir. Aküye konacak elektrolit, imalatçının talimatında belirttiği değere uygun olarak hazırlanmalıdır. Bu değer çoğunlukla stasyon bataryalar için 24 Be, starter için 28 Be ve traksiyonerler için de 28-30 Be civarındadır. Bununla birlikte akünün içinde çalıştığı koşulları göz önünde bulundurmak gereklidir.

Çünkü soğuk veya çok sıcak bölgelerde çalışan akülerin elektrolitleri hiçbir zaman küçümsenmemeli ve gerekli teknik verilere uyulmalıdır. Deşarj olmuş ve sonrasında şarja alınmamış akü, soğuk bir iklimde çalışıyorsa, derhal donabilir. Bunun için de akünün çalıştığı yerde minimum ve maksimum değerler gösterir bir termometrenin bulunması ve elektrolitin donma noktalarının bilinmesi zorunluluğu vardır.

Asit ve saf su içerisinde çoğu zaman organik ve inorganik yabancı maddeler (kloritler, nitratlar, arsenik, amonyak, demir, kireç vb.) bulunur. Bunlar da akünün ömrünü ve verimini düşürür. ●