



AKÜMÜLATÖR VE GERİ KAZANIM SANAYİCİLERİ DERNEĞİ

AYMEP

(Akümülatör Yönetimi Mesleki Eğitim Projesi)

DERS NOTLARI

Ocak/2023



AKÜMÜLATÖR VE GERİ KAZANIM SANAYİCİLERİ DERNEĞİ

AYMEP

Akümülatör Yönetimi Mesleki Eğitim Projesi

DERS NOTLARI

HAZIRLAYANLAR

Müh. Serpil ÖZKAN Genel Sekreter
Müh. Ömür TEMİZEL ŞAHİN Atık Akü Yöneticisi
Müh. İslam SADIKER Çevre Danışmanı

OCAK 2023

Mesleki Eğitime Önem Veriyoruz!

"AYMEP"

Akümülatör **Y**önetimi **M**esleki **E**ğitim **P**rojesi ile

Akümülatörlerin Üretiminde, Servis Hizmetinde,

Atıklarının Depolanmasında, Geri Kazanımında

etkin görev alacak gençlerimizin

çevreye ve sanayiye dost olarak yetişmesi

ve istihdamlarının sağlanması hedeflenmektedir.

Ekonomi ve istihdam alanlarında katkı sağlayacak projemizin,

ülkemiz ve sektörümüz için hayırlı,

gelecek kuşaklara mesleki anlamda

yol gösterici olmasını temenni ederiz.

Abdurrahman ACAR

Yönetim Kurulu Başkanı

TEŞEKKÜR

*Akümülatör Sektöründe Görev Alacak Gençler İle Çalışan Personele Yönelik
Verilecek Eğitimlerde Kullanılmak Üzere Hazırlanan
Ders Notlarında
Kıymetli Bilgi Ve Tecrübelerini Paylaşan;*

ABDULKADİR ÖZCAN Otom. Lastik San. Tic. A.Ş.
ACAR Akü Malzemeleri San. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti.
AKÜSAN Akü San. ve Tic. A.Ş.
BÜLBÜL Akü Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.
ESAN Akü ve Malzemeleri San. Tic. A.Ş.
GÖKHAN Akü San. ve Tic. Ltd. Şti.
İNCİ GS YUASA Akü San. Ve Tic. A.Ş.
KARAT Güç Sistemleri San. Tic. A.Ş.
MUTLU Akü Ve Malzemeleri San. Tic. A.Ş.
START Akü San. ve Tic. A.Ş.
TAB BAYKAL Akümülatör San. ve Tic. Ltd. Şti.
TEKSAN İç Ve Dış Tic. Ltd. Şti.
YİĞİT Akü Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş. 'nin

Değerli Temsilcilerine Sonsuz Teşekkür Ederiz.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
1. Akümülatör (AKÜ)’ ün Tanımı	1
2. “Akü” nün Tarihçesi	1
3. “Kurşun Asit Akü” nün Yapısı	2
3.1. Akü Kutusu ve Kapağı	3
3.2. Plakalar	3
3.3. Aktif Madde (Hamur).....	4
3.4. Seperatör.....	4
3.5. Kutup Başları.....	5
3.6. Gaz Çıkış Sistemleri (Buşon)	5
3.7. Elektrolit.....	5
4. Akülerin Sınıflandırılması	8
4.1. Kurşun Asit Aküler	8
4.1.1. Sulu Tip Aküler	9
a) Starter Aküler (SLI – Starting Lighting Ignition)	9
b) Endüstriyel Aküler	9
b.1) Stasyonere - Sabit Tesis Aküleri (Stationary – Stand - by Battery)	9
b.2) Cer - Traksiyoner Aküler (Traction Battery)	10
4.1.2. Kuru Tip VRLA (Valve Regulated Lead-Acid) Aküler.....	11
a) AGM (Absorbed Glass Mat) Aküler	11
b) Jel (Gel Cell Battery) Aküler.....	11
4.2. Lityum İyon Aküler.....	11
4.3. Nikel Metalli Aküler	12
4.4. Kurşun Karbon Aküler	13
5. Akü Üretimi	13
5.1. Sulu Akü Üretimi	13
5.1.1. Starter Akü Üretimi	13
5.1.1.1. Plaka Üretimi.....	13
5.1.1.1.1. Oksit Üretimi (Kurşun Monoksit Üretimi):	14
a) Misket Döküm ile Oksit Üretimi.....	14
b) Soğuk Kesme ile Oksit Üretimi	14
5.1.1.1.2. Saf Su Eldesi	15
5.1.1.1.3. Asit Seyreltme	15

5.1.1.1.4. Aktif Madde (Hamur) Üretimi	16
5.1.1.2. Izgara Üretimi, Plaka Oluşturulması, Kürleme ve Kurutma İşlemleri.....	16
5.1.1.2.1. Izgara Üretimi	16
a) Gravity (Döküm) Metodu.....	17
b) Exmet (Expanded - Genleştirilmiş Metal) Metodu	17
c) Con-Cast (Kesintisiz Döküm) Metodu	18
d) Punch (Delme) Metodu	18
5.1.1.2.2. Plaka Oluşumu	18
5.1.1.2.3. Kürleme ve Kurutma İşlemleri.....	19
5.1.1.3. Kutu ve Kapak Üretimi	20
5.1.1.4. Montaj Hattı	21
5.1.1.5. Şarj İşlemi	25
a) Havuz Şarjı	26
1) Asit Dolumu.....	26
2) Akü Şarjı	26
b) Asit Resirkülasyon Şarjı	27
5.1.1.6. Asit Seviyelendirme	27
5.1.1.7. İndikatör Montajı ve Kapak / Buşon Takma	28
5.1.1.7. Akü Yıkama, Kurutma	28
5.1.1.8. Sızdırmazlık Testi	28
5.1.1.9. Kutup Başı Fırçalama ve Vazelinleme.....	29
5.1.1.10. Tartma	29
5.1.1.11. Kodlama	29
5.1.1.12. Etiketleme ve Shirink	29
5.1.2. Traksiyoner Akü Üretimi	30
5.1.2.1. Plaka Üretimi.....	31
a) Pozitif Izgara Üretimi	32
b) Negatif Izgara Üretimi.....	33
5.1.2.2. Montaj Hattı	34
5.1.2.3. Şarj İşlemi	36
5.1.2.4. Buşon Takma.....	37
5.1.2.5. Akü Yıkama	37
5.1.2.6. Etiketleme.....	37
5.1.2.7. Streçleme ve Şerit Bantlama	37
6. Akülerde Bakım, Depolama Ve Kontroller	37

6.1. Satış Öncesi	37
6.2. Satış Sonrası	38
6.3. Periyodik Kontroller.....	39
7. Akünün Araca Takılması	40
8. Akü Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	41
9. Aküde Kapasite, Gerilim Ve Sıcaklık.....	41
9.1. Kapasite.....	41
9.2. Gerilim	42
9.3. Sıcaklık.....	42
a) Düşük Sıcaklıklar	42
b) Yüksek Sıcaklıklar	42
10. Deşarj Ve Şarj.....	43
10.1. Araçlarda Şarj / Voltaj Seviyesinin Düşme Sebepleri.....	43
10.2. Akünün Şarj Edilmesi	44
10.3. Depolama ve Kuru Şarjlı Akülerin Şarj Edilmesi	44
10.4. AGM Akülerin Şarj Edilmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	44
10.5. Start- Stop Akülerin Şarj Yöntemleri.....	45
10.6. Şarj İşlemi Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	45
10.7. Aküden Aküye Takviye	45
11. Akülerde Arıza	46
11.1. Üretim Kaynaklı Arızalar.....	46
11.1.1. İç Yapıda Kopukluk	46
11.1.2. Filtre Tıkanması	46
11.1.3. Seperatör Hatası (Kısa Devre).....	47
11.1.4. Kutu / Kapak Kırığı.....	47
11.2. Kullanıcı Kaynaklı Arızalar	47
11.2.1. Sülfatlaşma	47
11.2.2. Yüksek Asit	47
11.2.3. Yüksek Şarj	47
11.2.4. Darbeye Bağlı Kırık	47
11.2.5. Kutup Başı Hasarı	47
11.2.6. Deşarj	47
11.2.7. Derin Deşarj	48
11.3. Arızalı Akülerin Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	48
11.3.1. Akülerde Arıza Nedenleri	48
11.3.2. Görsel Kontrol.....	48

a) Grift ve Kutup Başlarının Kontrolü	48
b) Akü Kutusu, Kapağı ve Buşonların Kontrolü.....	49
c) Elektrolit Kontrolü	49
d) Seperatörlerin Kontrolü	49
e) Plakaların Kontrolü	49
11.3.3. İade Akülerin Kontrolü	50
12. Etiketleme Ve İşaretleme	51
13. Akünün Ömrü Ve Atık Yönetimi	51
14. Atık Akü Geri Kazanımı.....	53
14.1. Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Geri Kazanımı	54
14.2. Atık Plastiklerin Geri Kazanımı	56
14.3. Atık Çözelti Geri Kazanımı.....	56
14.4. Emisyon Yönetimi.....	58
15. Geri Kazanımın Önemi, Sıfır Atık Ve Döngüsel Ekonomi.....	58
KAYNAKÇA	60

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil - 1. İlk Kurşun Asit Akü	2
Şekil - 2. Kurşun Asit Akü Kesiti	2
Şekil - 3. Akü Kutusu ve Kapağı	3
Şekil - 4. Plaka ve Zarflanmış Plakalar	4
Şekil - 5. Seperatör (Zarf)	4
Şekil - 6. Plaka Kesiti.....	5
Şekil - 7. Kutup Başları.....	5
Şekil - 8. Buşon.....	5
Şekil - 9. Plakalar Arası Elektron Geçişi	6
Şekil - 10. Bomemetre	6
Şekil - 11. İndikatör	6
Şekil - 12. Şarjlı ve Şarjsız Aküde Durum.....	7
Şekil - 13. Sülfatlaşma Meydana Gelmiş Plaka.....	8
Şekil - 14. Kurşun Asit Akü Çeşitler	9
Şekil - 15. Starter Akü.....	9
Şekil - 16. Stasyonier Akü	10
Şekil - 17. Traksiyonier Akü.....	10
Şekil - 18. Kuru Tip VRLA Akü.....	11
Şekil - 19. Lityum İyon Akü	12
Şekil - 20. Nikel Kadmiyum Akü	12
Şekil - 21. Plaka İmalatı İş Akış Şeması.....	14
Şekil - 22. Potada Eritme (1), Misket Döküm (2)ve Silolarda Depolama (3).....	14
Şekil - 23. Külçelerin Konveyöre Yerleştirilmesi (1) ve Kesme İşlemi (2)	15
Şekil - 24. Saf Su Üretimi	15
Şekil - 25. Asit Seyreltme	16
Şekil - 26. Hamur Karma Makinası ve Hamur	16
Şekil - 27. Gravity Metot	17
Şekil - 28. Kurşun Levhaların Kesilmesi (1), Kasnağa Sarılması (2) ve Izgara Geometrisi Verilmesi (3)	18
Şekil - 29. Gravity Yönetimi Plaka Üretimi	19
Şekil - 30. Exmet Metoduyla Plaka Üretim	19
Şekil - 31. Plakaların Raf Arabalarına Dizimi (1), Kırleme Odasına Alımı (2) ve Kırleme-Kurutması (3)	20
Şekil - 32. Kutu ve Kapak İmalatı İş Akış Şeması.....	20
Şekil - 33. Akü Kutu ve Kapak	21
Şekil - 34. Montaj Hattı İş Akış Şeması.....	21
Şekil - 35. Perde Delikleri Açılmış Kutu	22
Şekil - 36. Zarf Makinesi (1), Zarflanmış (2) ve Gruplanmış Plakalar (3,4).....	22
Şekil - 37. Griftlenerek kutulara Yerleştirilmiş Plaka Grubu	23
Şekil - 38. Kısa Devre Kontrolü ve Montaj Hattından Ayrılmış Hatalı Akü.....	23
Şekil - 39. Kutu Kapağının Oturtulması (1,2), Pres İle Kapak Yapıştırma (3), Kapalı Kapak (4)	24
Şekil - 40. Hava Kontrol Test Cihazı	24
Şekil - 41. Kutup Baş Kaynağı	25
Şekil - 42. Kodlama	25
Şekil - 43. Şarj İşlemi İş Akış Şeması.....	26

Şekil - 44. Akülere Asit Dolumu	26
Şekil - 45. Havuzda Sarj İşlemi	27
Şekil - 46. Asit Resirkülasyon Şarjı	27
Şekil - 47. İndikatör ve Buşon Takılması, Montaj	28
Şekil - 48. Kulpları Takılan ve Yıkamadan Çıkan Aküler	28
Şekil - 49. Sızdırmazlık testi	28
Şekil - 50. Kutup Başlı Fırçalama	29
Şekil - 51. Tartma.....	29
Şekil - 52. Kodlama	29
Şekil - 53. Etiketleme ve Ambalajlama	30
Şekil - 54. Traksiyoner Akü Parçaları.....	30
Şekil - 55. Traksiyoner Akü İç Yapısı	30
Şekil - 56. Traksiyoner Akü Plaka Üretimi İş Akış Şeması.....	31
Şekil - 57. Izgara ve Tergal Takma.....	32
Şekil - 58. Tüpçüklerin Görünümü	32
Şekil - 59. Kütleme –Kurutma Fırını	33
Şekil - 60. Pozitif Plakaların Zarflanması	33
Şekil - 61. Sıvanmış Negatif Izgaralar	34
Şekil - 62. Montaj Hattı İş Akış Şeması.....	34
Şekil - 63. Pozitif Plakaların Zarflanması	35
Şekil - 64. Plakaların Birleştirilerek Hücre Haline Getirilmesi (1,2) ve Kutulara Montajı (3,4) ..	35
Şekil - 65. Contalama ve Asit Dolumu	36
Şekil - 66. Şarj İşlemi İş Akış Şeması.....	36
Şekil - 67. Akülerin Şarj Edilmesi	37
Şekil - 68. Kutup Başlarının Vazelinlenmesi.....	39
Şekil - 69. Bomemetre İle Hücre Yoğunluğunun Ölçümü ve Saf Su Eklenmesi	40
Şekil - 70. İndikatör Göstergeleri.....	40
Şekil - 71. Akünün Araca Yerleştirilmesi	41
Şekil - 72. Paralel ve Seri Bağlanmış Akülerdeki Kapasite ve Voltaj Durumu.....	42
Şekil - 73. Akünün Deşarjında Meydana Gelen Reaksiyonlar	43
Şekil - 74. Akünün Şarjı Sırasında Meydana Gelen Reaksiyonlar	43
Şekil - 75. Aküden Aküye Takviye.....	46
Şekil - 76. Buşonların Kontrolü	49
Şekil - 77. APAK Yönetmeliği' ne Göre Akülerin ve Ambalajlarının Üzerinde Olması Gerekli Bilgi ve Semboller (1), APAK ve TS EN e Göre Etiketlenmiş Akü (2).....	51
Şekil - 78. TS EN e Göre gerekli Semboller.....	51
Şekil - 79. Atık Haline Gelmiş Aküler.....	52
Şekil - 80. Yeni ve Atık Akülerin Döngüsü.....	52
Şekil - 81. Atık Akü Geri Kazanım Prosesi İş Akış Şeması	53
Şekil - 82. Geri Kazanım Tesisine Getirilen ve Banda Alınan Atık Aküler	54
Şekil - 83. Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Geri Kazanımı İş Akış Şeması	54
Şekil - 84. Ergitme Fırını	54
Şekil - 85. Ergitilen Kurşunun Kalıplara Dökülmesi ve Yüzeydeki Cürufların Sıyırılması.....	55
Şekil - 86. Kalıp Haline Getirilmiş Kurşunlar	55
Şekil - 87. Plastik Geri Kazanımı İş Akış Şeması.....	56
Şekil - 88. Geri Kazanılmış Plastik.....	56

Şekil - 89. Asitli Su Arıtımı İş Akış Şeması	57
Şekil - 90. Asitli Suyun Arıtımı	57
Şekil - 91. Emisyon Yönetimi İş Akış Şeması.....	58
Şekil - 92. Toprağa Bırakılmış Atık Akü.....	58
Şekil - 93. Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonomi.....	59

TABLO LİSTESİ

Tablo - 1. Voltaja Göre Yoğunluk ve Şarj Durumu	7
Tablo - 2. Sıcaklığın Yoğunluğa Etkisi	8
Tablo - 3. Elektrolit Sıcaklığının Voltaja Etkisi	50

GİRİŞ

Ülkemiz ihracat ve istihdamının lokomotiflerinden olan akümülatör sektörü, yalnızca otomotiv değil güç kaynakları, iş makinaları ve iletişim sektörünün de vazgeçilmez çözüm ortaklarından biridir.

Hayatımızın her kademesinde yer alan akümülatörler, artan teknoloji ile birlikte hızla yenilenmekte ve geliştirilmektedir. Tüm araçlarda, telekomünikasyonda, aydınlatma, sinyalizasyon ve yenilenebilir enerji sistemleri gibi geniş kullanım alanına sahip akümülatörlerin, imalatından geri kazanımına kadar geçen süreçlerinde doğru yönetilmesi ürün verimliliğinin artırılması, çevrenin korunması ve ekonomiye katkı sağlanması anlamında çok önemlidir.

Diğer yandan akümülatörün tüketici ile buluşma noktası olan servis istasyonlarında (araç bakım-onarım yerlerinde) bilgili ve bilinçli uygulayıcıların yer alması istihdam yaratılması, müşteri güvenliği ve memnuniyeti için büyük değer taşımaktadır.

Akümülatör Yönetimi Mesleki Eğitim Projesi “AYMEP” ile akümülatörlerin üretimi, servis hizmeti, atıklarının depolanması ve geri kazanımında etkin görev alacak personelin daha bilinçli, çevreye ve sanayiye dost, nitelikli bireyler olarak göreve başlamaları hedeflenmektedir.

1. AKÜMÜLATÖR (AKÜ)’ ün TANIMI

Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirerek depolayan ve gerektiğinde kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren, sarj edilebilir cihazlara Akümülatör ya da kısaca Akü denir.

Akünün görevi; marş motorunu, ateşleme sistemini, doğru akımla çalışan devreleri, ışık ve alıcıları beslemektir.

AYMEP kapsamında hazırlanan bu programda, Türkiye’ de yaygın olarak üretimi ve geri kazanımı gerçekleştirilen Kurşun Asit Akümülatörler anlatılacaktır. Ancak; gelişen teknoloji ve değişen ihtiyaçlar doğrultusunda dünyada olduğu gibi ülkemizde de özellikle elektrikli araçlarda ve yenilenebilir enerji sistemlerinde kullanımı yaygınlaşan lityum, nikel ve diğer metal içeren akümülatör türlerinden de ayrıca bahsedilecektir.

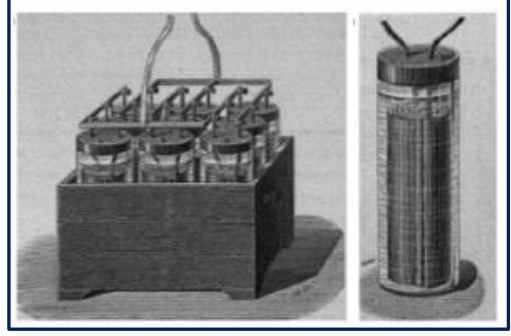
2. “AKÜ” nün TARİHÇESİ

1859 yılında Gaston PLANTE saf kurşun yapraklarından ilk aküyü üretmiştir. Fakat kullanım sarj / deşarj verimsizliği nedeniyle ileriye taşınamamıştır.

1881’ de ise Fransız mühendis Camille Alphonse FAURE, akü plakalarını kurşun bileşikleriyle sıvıyarak "hamurlu plakayı" keşfetmiş; ancak hamur plakasındaki yapışma özelliği zayıf kalmıştır.

1881-1890 tarihleri arasında birçok bilim adamı kurşun plaka yerine, kurşun bileşiklerinden oluşan hamuru daha iyi tutup destekleyecek ızgara üzerine çalışmıştır.

Özetle, ilk olarak 1859 yılında Fransız fizikçi Gaston PLANTE tarafından icat edilen ve halen kullanımda olan kurşun asitli aküler, düşük maliyetli ve yüksek yoğunlukta enerjiye sahip olmalarından dolayı günümüzde de popülerliğini korumakta ve tüm sektörlerde kullanılmaktadır.

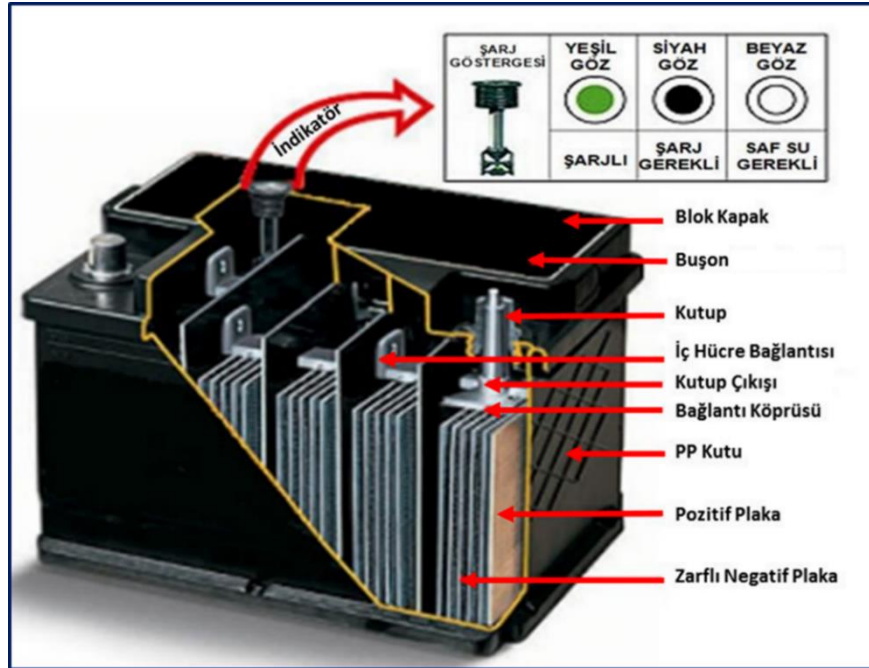


Şekil - 1. İlk Kurşun Asit Akü

3. “KURŞUN ASİT AKÜ” nün YAPISI

Kurşun Asit Aküler aşağıdaki temel bileşenlerden meydana gelir:

- 3.1. Akü Kutusu ve Kapağı
- 3.2. Plakalar
- 3.3. Aktif Madde (Hamur)
- 3.4. Seperatör
- 3.5. Kutup Başları
- 3.6. Gaz Çıkış Sistemleri (Buşon)
- 3.7. Elektrolit



Şekil - 2. Kurşun Asit Akü Kesiti

12 Volt (V)' luk bir aküde birbirine seri olarak bağlanmış, her biri 2 V olan altı adet eleman (hücre) mevcuttur. Bu hücrelerin içerisinde birbirine paralel olarak bağlı, akünün kapasitesine göre adetleri ve boyutları değişen pozitif ve negatif plakalar bulunur. Plakalar, kurşun-kalay-kalsiyum ya da kurşun-antimon alaşımli ızgaraların üzerine pozitif veya negatif aktif maddelerin sıvanarak kürlenmesiyle (*sıcaklık ve nem kontrollü fırınlarda uygulanan işlem*) oluşur. Pozitif plakalar aktif madde olarak kurşun dioksit (PbO_2), negatif plakalar ise süngerimsi kurşun (Pb) içerir. Bu iki plaka arasına, kısa devreyi önlemek için seperatör (*ayırıcı*) yerleştirilir.

Seperatör, plakalar arasındaki kimyasal tepkimeyi engellemeyecek şekilde çok küçük gözenekli plastik (polyethilen) malzemedendir.

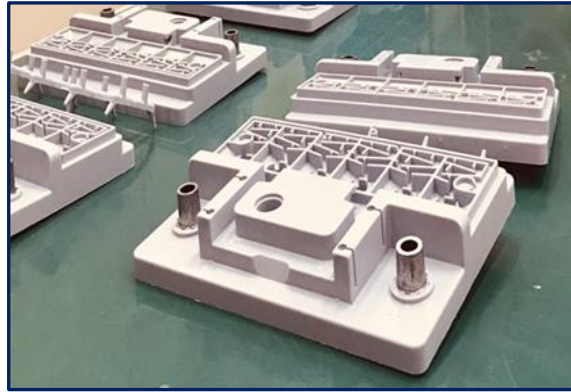
Akü kabının içerisine ise sülfürik asit ve saf su karışımı olan elektrolit konulur.

3.1. Akü Kutusu ve Kapağı

Plastikten (polipropilen kopolimerlerinden) üretilen Kutu ve Kapaklar, akünün güvenli kullanımını, dış etkilerden korunmasını ve uzun süreli dayanıklı olmasını sağlarlar.

Akü Kutusu;

- Elektriksel olarak yalıtkandır.
- İçindeki elektrolitle tepkimeye girmez.
- Elektrolitin aşındırıcı etkilerine dirençlidir.
- Aküyü bir bütün halinde tutabilen, dış etkenlere karşı dayanımlı bir yapıdadır.



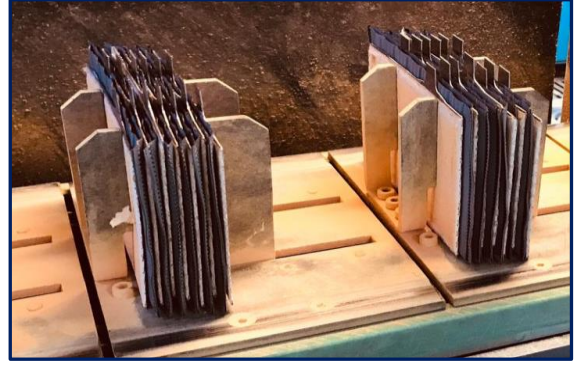
Şekil - 3. Akü Kutusu ve Kapağı

3.2. Plakalar

Aküde enerji dönüşümünün sağlandığı ve kimyasal işlemin gerçekleştiği parçalardır.

Plakanın temel yapısını ızgara oluşturur. Izgaraların aktif madde (hamur) ile sıvanmasıyla pozitif ve negatif plakalar elde edilir. Izgaranın üretim yöntemi ve kalıp tasarımı plakanın özelliklerini etkiler.

Temelde kullanılan ızgara üretim yöntemleri; Döküm (Gravity), Genişletilmiş (Expanded), Sürekli Döküm (Con-Cast) ve Delme (Punch) dir.



Şekil - 4. Plaka ve Zarflanmış Plakalar

3.3. Aktif Madde (Hamur)

Izgaralar negatif ve pozitif niteliğini, aktif madde (hamur) ile sıvanması sonrasında kazanır.

Aktif maddenin içeriği akünün hızlı şarj olma, yüksek çevrim ömrü, marş basma kapasitesi vb. özelliklerini etkiler.

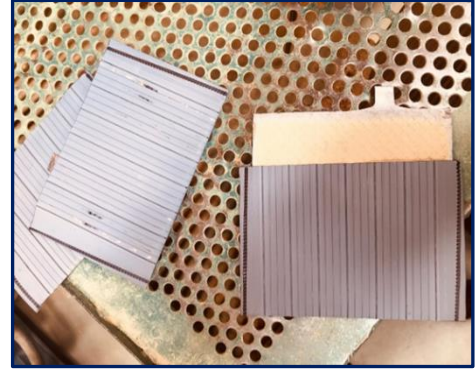
Akım artı plakalarda üretildiği için oksitlenme reaksiyonu burada meydana gelir. Bu nedenle artı plakalar eksi plakalara göre korozyon dayanımının yüksek olması için daha kalın ve farklı alaşımlarda üretilirler.

3.4. Seperatör

Akünün şarjı sonrasında, pozitif ve negatif plakaların birbirine temas ederek kısa devre yapmasını önlemek için, negatif plakaların içine yerleştirildiği polietilen, polipropilen, PVC, cam lifi, elyaf vb. malzemelerden üretilmiş zarf, levha veya yastık şeklindeki malzemelerdir.

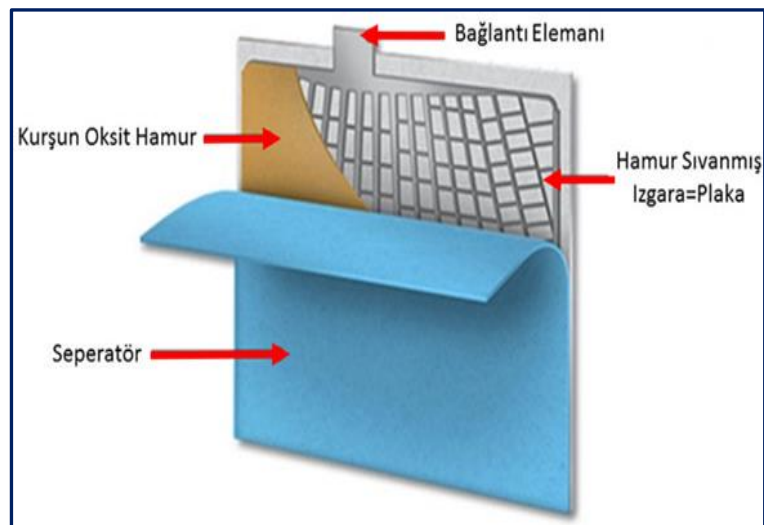
Seperatörler elektriksel olarak yalıtkan olup, mikron düzeyinde gözenekli yapıya sahiptirler.

Akü tasarımına göre pozitif plakalar da zarflanabilir.



Şekil - 5. Seperatör

(Zarf)



Şekil - 6. Plaka Kesiti

3.5. Kutup Başları

Aküden enerji çekilmesi ve akünün şarj edilmesini sağlayan bağlantı parçalarıdır.

Pozitif plaka grubuna bağlı uca Pozitif Kutup Başı, negatif plaka grubuna bağlı uca Negatif Kutup Başı denir.

Akımın üretildiği pozitif kutup başı daha fazla yıpranmaya maruz kaldığından negatif kutup başına göre daha kalın üretilir.



Şekil - 7. Kutup Başları

3.6. Gaz Çıkış Sistemleri (Buşon)

Akü kullanımında, yapısındaki alaşımın özelliğine bağlı olarak Hidrojen ve Oksijen gazı çıkışları olur. Delikli kapak özelliğine sahip olan buşonlar, ortaya çıkan bu gazları tahliye eder ve akü içindeki basıncın belirli bir seviyede kalmasını sağlarlar.

Yeni teknolojiye tam kapalı akülerde ise duble kapak mevcut olup, açılabilir buşonlar yerine Merkezi Gaz Çıkış Sistemi vardır.

Bu sistemdeki labirent yapı, gaz ile birlikte asit taneciklerinin akü dışına çıkmasını engeller ve yoğunlaşan sıvıların tekrar akü hücrelerine dönüşünü sağlar. Ayrıca bu kapaklarda bulunan gözenekli yapıdaki alev tutucular, dışarıdan akü içerisine alev girmesini önler. Bu tür akülerde, kullanıcının aküye müdahalesi engellenmiştir.



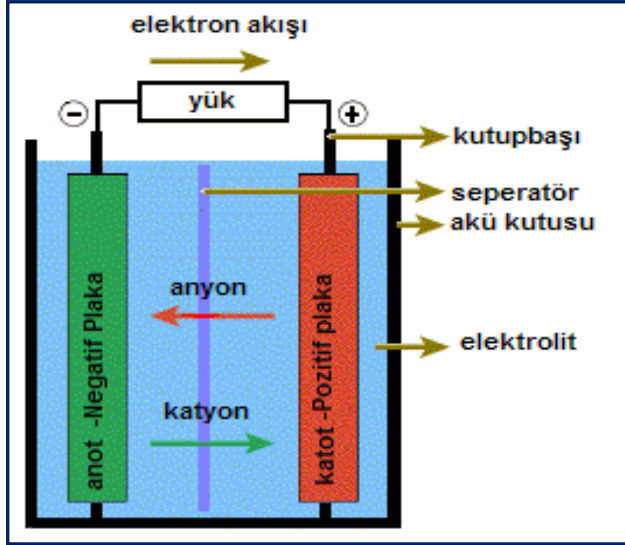
Şekil - 8. Buşon

3.7. Elektrolit

Saf su ve yaklaşık %30 oranında seyreltilmiş sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisidir.

Grup haline getirilen negatif ve pozitif plakalar, akü kutusu içine yerleştirilerek paralel bağlanır ve akü kutusu plakaları örtecek seviyede elektrolitle doldurulur. Bu sayede plakalar arasında elektron alışverişi sağlanır.

Elektrolitin yoğunluğu akünün özelliklerini etkiler.



Şekil - 9. Plakalar Arası Elektron Geçişi

Yüksek yoğunlukta akü yüksek voltaj verir; ancak kısa sürede yıpranma olur. Düşük yoğunlukta ise gerilim ve marş basma gücü azalır.

Şarjlı bir aküde yoğunluk 1,280 gr/cm³ dür.

Elektrolit yoğunluğunun ölçülmesinde BOME deyimi kullanılır. Yoğunluk ölçümü için ise BOMOMETRE den faydalanılır.

BOME derecesi ile yoğunluk arasındaki denklem aşağıdaki gibidir.

$$Be = 144.38 * (1 - 1/d)$$

Be: bome d: yoğunluk

Tam kapalı akülerde aküye müdahale edilemediğinden İNDİKATÖR kullanılarak akünün yoğunluğu / şarj durumu hakkında bilgi edinilebilir.

İndikatör tek bir hücrenin yoğunluğu / şarj durumunu gösterir. Fakat sağlıklı bir aküde tüm hücrelerin yoğunluğu / şarj durumu birbirine yakın olacaktır.

İndikatörde görülen Yeşil renk akünün şarjlı; Siyah renk ise akünün şarjsız olduğunu anlatır.

Elektrolit, akünün gerilimini (voltajını) etkiler. Akünün her gözü, elektrolitin yoğunluğuna bağlı olarak 2,05 V - 2,15 V civarındadır.

Akünün şarj ve deşarj olması, sülfürik asitteki sülfat bileşiklerinin kurşun plakalarla kimyasal olarak bağlanması (deşarj) ve tekrar çözünerek çözelti içerisine dönmesi (şarj) sonucunda gerçekleşir.



Şekil - 10. Bomometre



Şekil - 11. İndikatör

Şarj Yüzdesi (%)	Yaklaşık Gerilim (V) (25 ± 30 °C)	Yoğunluk (gr/cm ³) (25 ± 30 °C)
100	12,80	1,280
75	12,40	1,240
50	12,20	1,200
25	12,00	1,160
0	<11,50	1,140

Tablo - 1. Voltaja Göre Yoğunluk ve Şarj Durumu

Tablo-1. deki gibi, bir akünün voltajını ölçerek yoğunluk ve şarjı hakkında fikir edinilebilir.

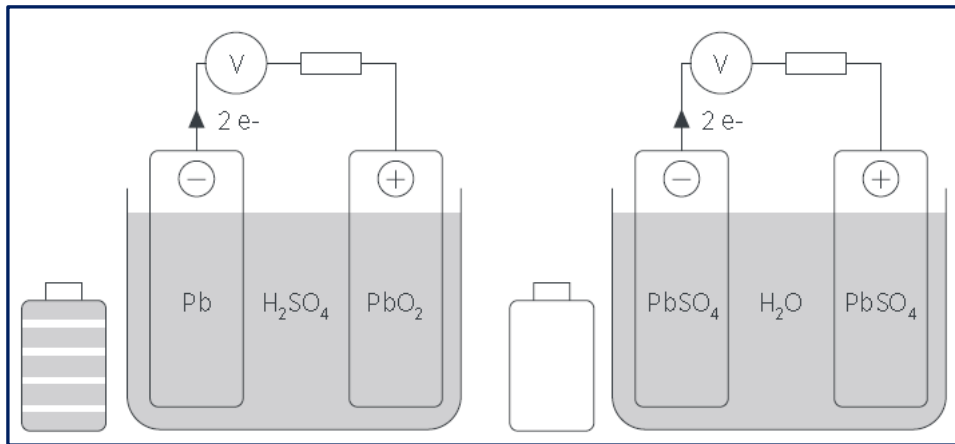
Örneğin; %100 şarjlı bir akünün voltajı 12,80 V, yoğunluğu 1,280 gr/cm³'tür. Çalışma verimliliğinin en yüksek olduğu şarj aralığı ise %75 - %100 dür.

Standart akülerin araç üzerinde veya depolama esnasında voltajı 12,40 V'un altına; start-stop akülerin voltajı ise 12,60 V' un altına inmemelidir.

Aşağıdaki görselin sol tarafında akünün dolu (şarjlı) hali görülmektedir.

Dolu bir aküde pozitif plaka kurşun dioksit (PbO₂), negatif plaka ise kurşundan (Pb) oluşur. Ortamda ise elektrolit olarak sülfürik asit çözeltisi (H₂SO₄) bulunur.

Aküden enerji çekildiğinde veya uzun süreli depolama esnasında durum görselin sağ tarafındaki gibi olur; yani akü deşarj olur. Bu durumda ortamdaki sülfürik asit yoğunluğu ve akünün voltajı düşer. Bunun sebebi sülfürik asit içindeki sülfatların (SO₄) kurşun plakalar ile bağ oluşturmasıdır.



Şekil - 12. Şarjlı ve Şarjsız Aküde Durum

Deşarj haldeki akünün uzun süre bekletilmesi sonucunda plakalar üzerinde oluşan sülfat bileşikleri kristal hale gelir ve akü şarj edilemez. Bu duruma Sülfatlaşma denir.



Şekil - 13. Sülfatlaşma Meydana Gelmiş Plaka

Akünün şarj edilmesi ile kurşun plakalar üzerindeki sülfat bileşikleri çözülerek tekrar elektrolit içerisine geçer ve böylece akünün hem yoğunluğu hem de voltajı artar.

Yoğunluk, asit miktarına bağlı olduğu gibi sıcaklıkla da değişir.

ELEKTROLİT DONMA SICAKLIĞI	
YOĞUNLUK gr/cm ³	SICAKLIK °C
1,280	-69,0
1,265	-57,4
1,250	-57,2
1,200	-26,7
1,150	-15,0
1,100	-7,2

Tablo - 2. Sıcaklığın Yoğunluğa Etkisi

Tablo-2 de görüldüğü üzere elektrolit, yoğunluğa bağlı olarak belirli sıcaklıkta donar. Bu durum akünün marş basmamasına ve erken yıpranmasına yol açar.

Tam şarjlı bir akü -69 °C civarında; şarjsız bir akü ise -7 °C civarında donabilir. Bu nedenle özellikle soğuk bölgelerde araç üzerinde aküler şarjlı halde bulundurulmalıdır.

4. AKÜLERİN SINIFLANDIRILMASI

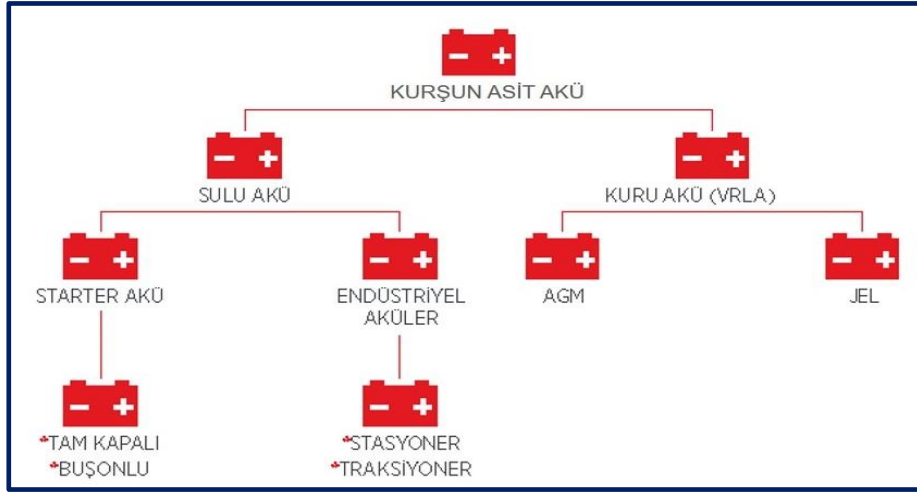
Aküler kimyasal yapılarına göre başlıca aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

- 4.1. Kurşun Asit Aküler
- 4.2. Lityum İyon Aküler
- 4.3. Nikel Kadmiyum Aküler
- 4.4. Kurşun Karbon Aküler

4.1. Kurşun Asit Aküler

- Fiyat ve performans bakımından daha verimli olduğundan en yaygın kullanılan akü tipidir.

- Birim maliyet başına en yüksek kapasiteye, en uzun ömre ve en yüksek geri dönüşüm oranına sahiptir (%97 - %99).
- Temel olarak Sulu Tip ve Kuru Tip (VRLA) olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil - 14. Kurşun Asit Akü Çeşitleri

4.1.1. Sulu Tip Aküler

a) Starter Aküler (SLI – Starting Lighting Ignition)

- Genellikle sıvı elektrolit içerirler, plaka kalınlıkları az; fakat sayısı fazladır.
- Kullanımı süresince Şarj-Deşarj döngü sayısı düşüktür.
- Kara ve deniz taşıt araçlarında, jeneratörlerde kullanılır.
- Voltaj değerleri 6 V, 12 V, 24 V ve 48 V olabilir. 6 V genellikle motosikletlerde, 12 V taşıt araçlarında, 24 V bazı özel araç ve uçaklarda kullanılır.
- Otomobil aküsü olarak ta bilinir.

Otomobil aküleri de kendi içinde tam kapalı veya buşonları açılabilen diye ikiye ayrılır.

İçyapıları aynıdır. Kapalı akülerin farkı buşonların açılmamasıdır. Bu akülere su eklenemediği için voltaj düzenekleri iyi olan araçlara takılması daha uygundur.



Şekil - 15. Starter Akü

b) Endüstriyel Aküler

b.1) Stasyonel - Sabit Tesis Aküleri (Stationary – Stand - by Battery)

- Islak hücreli (Wet Cell) veya JEL (Gel Cell) ve AGM tipinde olabilir.

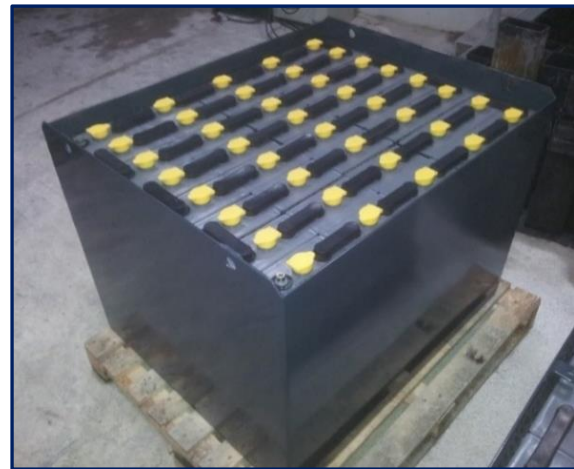
- Ömürleri ıslak hücrelilerde 10 yıl ve üzerinde, diğerlerinde ise 5-10 yıldır.
- Beklenen Şarj-Deşarj döngü sayıları ıslak hücrelilerde 1.500, VRLA (Jel ve AGM) tiplerinde 300 ve üzeridir.
- Başlıca kullanım alanları; ana elektrik kaynağının kesilmesi durumunda yedek enerji kaynağı olarak haberleşme, ulaşım sinyalizasyon, yangın güvenlik, alarm, bilgisayar sistemleri (Kesintisiz Güç Kaynağı - UPS) ile uçuş kontrol hava alanı ve yer sistemleri, hastaneler; elektrik şebekesinin bulunmadığı yerlerde ise ana enerji kaynağı olarak güneş enerjisi, sinyalizasyon, röle istasyonları, deniz fenerleri - şamandıraları, sismik istasyonlar, rüzgar enerjisi ile jeneratör destekli sistemler, madenci lambaları ve enerji santralleridir.



Şekil - 16. Stasyoner Akü

b.2) Cer - Traksiyoner Aküler (Traction Battery)

- Islak hücreli (Wet Cell) veya JEL (Gel Cell) ve AGM tipinde olabilir.
- Ömürleri 5 yıl ve üzeridir.
- Traksiyoner akülerin küçük bir kısmı 6 V, 12 V ve 24 V' luk plastik akü kutusu içinde üretilir. %90' a varan kısmı ise aside dayanıklı kaplama yapılmış, üstü açık çelik kasa içine 2 V' luk hücrelerin yerleştirilmesi ve hücre kutuplarının birbirine kurşun köprü ya da kablo ile bağlanması sonucu oluşturulur.
- Genellikle 12 V – 96 V ve 150 Ah – 1.500 Ah aralığında üretilirler.
- Ortalama ağırlıkları 500 – 2.000 kg olmakla beraber kullanım amacı ve özelliğinde göre 10.000 kg ı da bulabilir.
- Beklenen Şarj-Deşarj döngü sayıları ıslak hücrelilerde 1.500, VRLA (JEL ve AGM) tiplerinde ise 300 ve üzeridir.
- Kullanım yerleri; forkliftler, istifleyiciler, temizlik makineleri, golf car, hava alanı araçları, yer altı maden lokomotifleri vb.dir. Yakıt emisyonunun, gürültünün istenmediği, yangın ve patlama risklerinin bulunduğu ve kısa mesafelere ulaşım yapılan ortamlarda çalışmaya uygundur.



Şekil - 17. Traksiyoner Akü

4.1.2. Kuru Tip VRLA (Valve Regulated Lead-Acid) Aküler

- İyapılarına göre AGM (Absorbed Glass Mat) ve JEL (Gel Cell) olarak ikiye ayrılır.
- Bu akülerin temel özelliği, asit taşması veya sızdırmasının olmamasıdır.
- Sulu akülere kıyasla titreşime karşı daha dayanıklı, sevkiyatı ve taşınması sorunsuzdur. Elektrolit sızması olmadığından kullanım yerine her pozisyonda (dik, yatık) yerleştirilebilir.
- Gaz ıkışı min. olduğundan çok güvenli ve raf ömürleri daha uzundur.
- Karavanlar, akülü sandalyeler, yenilenebilir enerji ve telekomünikasyon sistemleri ile mobil araçlarda kullanılabilirler.



şekil - 18. Kuru Tip VRLA Ak

a) AGM (Absorbed Glass Mat) Aküler

- Seperatörler cam elyafı yapısındadır.
- Ak hücrelerine sarj edilen sıvı elektrolit, seperatörler ve plakalar tarafından tamamen emilir. Ak kırılrsa bile elektrolit akışı-sızması olmaz.
- şarj ve deşarj verimliliği yüksektir. Derin deşarj (*düşük akım kullanılarak bir hücrenin tamamen deşarj olduğu durum*) edilmeye uygundur.

b) Jel (Gel Cell Battery) Aküler

- Elektrolit, silis bileşikleri eklenerek koyu kıvamlı jöle haline getirilir. Ak kırılrsa bile elektrolit akışı-sızması olmaz.
- şarj sırasında daha düşük Voltaj gerektirir (Max 14,40 V). Ařırđı şarja karşı hassastır.
- Derin deşarj uygulamalarına ve sıcak ortamlarda çalışmaya uygundur.

4.2. Lityum İyon Aküler

- Yüksek zgl enerjiye sahiptir.
- Kullanımı güvenlidir; herhangi bir sızdırma ya da zehirli gaz salınımı görülmez.
- -30 C ile 60 C sıcaklığa kadar kullanılabilir.
- Yüksek oranda şarj ve deşarj kapasitesine sahiptir. Depolama sırasında kendi kendine kolayca boşalmaz.
- Kurşun asit akülere göre daha hafiftir.
- Bakım gerektirmeyen kapalı hücre yapısına sahiptir.
- Doğrudan yüksek ısıya ya da güneş ışığına maruz kaldığında patlama ya da tutuşma riski vardır. Bu nedenle daima korunaklı bir alanda muhafaza edilmelidir.
- Uzun kullanım ve raf ömrüne sahiptir.

- Üretim maliyeti yüksektir.
- Güvenli batarya yönetim sistemi teknolojisine sahiptir.
- Kullanım alanları; UPS, telekomünikasyon, temizlik makinaları, solar sistemler, deniz taşıtları, karavan, golf car, akülü engelli araçları, aydınlatma sistemleri, tarım makinaları, AGV (Automated Guided Vehicle – otomatik yönlendirmeli araçlar), forklift, transpalet ve istifleme makinalarıdır.



Şekil - 19. Lityum İyon Akü

4.3. Nikel Metalli Aküler

- Nikel Kadmiyum (NiCd) Aküler sorunsuz ve dayanıklıdır.
- Geniş çalışma sıcaklık aralığına ve uzun süre stoklanma sonrası iyi bir performansa sahiptir.
- Çelik veya plastik akü kutularında kullanıma sunulur.
- Pozitif plakada nikel hidroksit, negatif plakada ise kadmiyum vardır. Elektrolit olarak asit değil, baz özellikli potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi kullanılır.
- Uzun süre deşarj olmuş durumda bekletilse bile kalıcı bir zarar görmeden çalışmaya devam edebilirler.
- Kullanım sırasında sorun çıkarmaz ve son derece güvenilir akülerdir.
- Kurşun-asit akülerin kullanıldıkları her yerde kullanılabilirler. Genellikle demiryolu, metro, gemi, uçak vb. toplu taşıma araçlarında, telekomünikasyon altyapısında, tıbbi cihazlarda, acil durum aydınlatma ve alarm sistemlerinde, kablosuz elektrikli aletlerde kullanılır.
- Nikel Metal Hidrit (NiMh) olanlar NiCd akülerden daha yüksek bir enerji yoğunluğuna sahiptir, yani tekrar şarj etmek gerekmeden önce daha uzun süre çalışabilir.
- Elektroliti potasyum hidroksittir. NiCd akülere göre enerji yoğunluğu daha yüksektir ve darbelere daha dayanıklıdır.
- Elektrolitleri kutunun içinde sıvı değil, katı halde bulunur.
- Sadece tükendiklerinde şarj edilir. Ancak bundan önce şarj edildiklerinde, kapasite kaybı (çalışma süresi kaybı) NiCd akülere göre azdır.
- En yüksek kendi kendine boşalma hızına sahiptir. Depolanmadan önce şarj edilmelidir.



Şekil - 20. Nikel Kadmiyum Akü

- Bu akülerde kadmiyum ve kurşun gibi zehirli ağır metaller kullanılmadığından daha çevre dostudur. Hibrit araçlarda kullanılabilir.

4.4. Kurşun Karbon Aküler

- Kurşun katoda karşılık Kurşun-oksit/karbon içeren hibrit anot yapıları mevcuttur. Bu durum akülerin çevrim ömürleri arttırmaktadır.
- Hali hazırda otomobil starter aküleri için kullanılmaktadır.

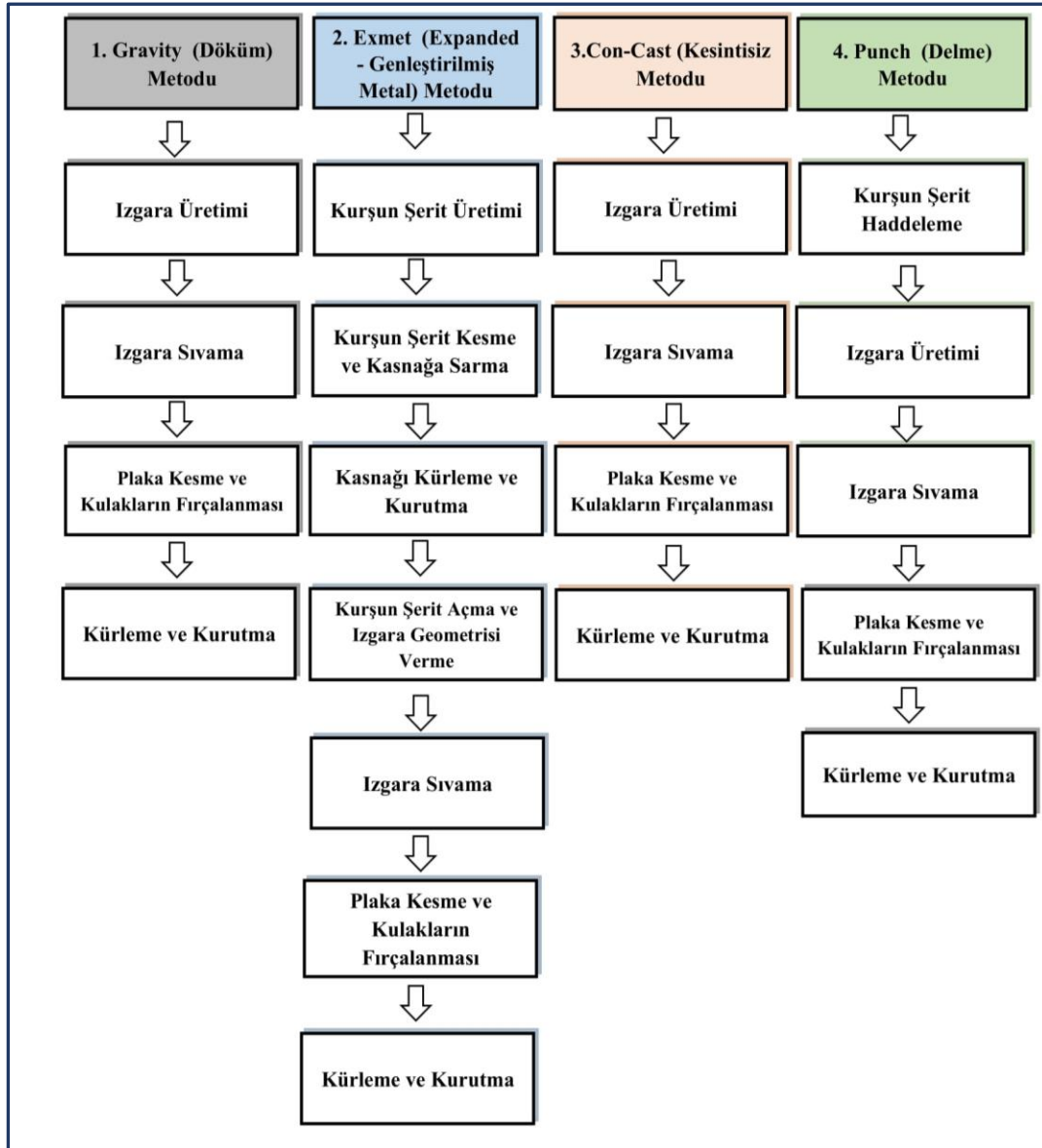
5. AKÜ ÜRETİMİ

5.1. Sulu Akü Üretimi

5.1.1. Starter Akü Üretimi

5.1.1.1. Plaka Üretimi

Izgaraların hamur ile sıvanması ile oluşan plakalar için önce oksit, sonra hamur üretimi yapılır.



5.1.1.1.1. Oksit Üretimi (Kurşun Monoksit Üretimi): Oksit, hamur yapımında aktif madde olarak kullanılır. Kurşun oksit üretiminde temel olarak iki yöntem vardır:

a) Misket Döküm ile Oksit Üretimi

- 1) Oksit üretimi için %99.99 saflıkta kurşun kullanılır.
- 2) Potada eritilerek sıvı hale getirilen kurşun, pompa vasıtasıyla misket döküm tamburuna aktırılır ve hızlı soğutmayla silindir şeklinde dökülür.
- 3) Oluşan silindireler değirmene aktarılır. Değirmende birbirine sürtünerek oluşan kurşun tozları, havadaki oksijen ile kurşun okside dönüşür.
- 4) Kurşun oksit hamur üretiminde kullanılmak üzere silolara aktarılır.



Şekil - 22. Potada Eritme (1), Misket Döküm (2)ve Silolarda Depolama (3)

b) Soğuk Kesme ile Oksit Üretimi

- 1) Saf kurşunlar besleme konveyörüne yerleştirilir. Giyotin ile kurşun kesilir ve haddeli kalıptan (kurşun metalinin kalınlığını azaltmak, muntazam hale getirmek için metal stoğun bir veya daha fazla çift merdaneden geçirildiği kalıp) geçirilerek küçük dikdörtgen kurşunlar elde edilir.
- 2) Kurşun parçalarının değirmende birbirine sürtünmesiyle oluşan kurşun tozları, havadaki oksijeni alarak kurşun okside dönüşür. Toz halindeki kurşun oksit, plaka hamuru üretiminde kullanılmak üzere oksit silolarına aktarılır.

3) Bu sistemde kurşun eritme ve soğutma işlemleri uygulanmadığından enerji ve su tasarrufu sağlanmış olur.



Şekil - 23. Külçelerin Konveyöre Yerleştirilmesi (1) ve Kesme İşlemi (2)

5.1.1.1.2. Saf Su Eldesi

1) Asit üretiminde kullanılan suyun sertliği ve içindeki kimyasal maddeler giderilerek suyu oluşturan Hidrojen (H) ve Oksijenin (O) kalması sağlanır. Bu amaçla kuyudan veya tankerle temin edilen su, kum filtresinden, karbon filtresinden, iyon değiştirici reçinelerden ve membran filtrelerden geçirilerek saf su haline getirilir ve depolanır.



Şekil - 24. Saf Su Üretimi

5.1.1.1.3. Asit Seyreltme

1) %98 lik Sülfürik Asit (H_2SO_4) depolara alınır. Akünün niteliğine göre asit saf su ile seyreltilerek belli bir konsantrasyonda kullanıma hazır hale getirilir.





Şekil - 25. Asit Seyreltme

5.1.1.1.4. Aktif Madde (Hamur) Üretimi

Negatif ve pozitif hamur olmak üzere iki tip hamur vardır.

- 1) Hamurları oluşturan kimyasallar birbirinden farklı olup, ikisinin de ana maddesi kurşun oksittir.
- 2) Izgaralara sıvanacak hamur, şartnamelerdeki özel formüllere göre hazırlanır.
- 3) Sıvama hamuru, hamur karma makinalarında hazır hale getirilerek bunker (*depolamada kullanılan, ağzı kesik koni ya da piramit şeklinde boşaltma ağzı*) yardımı ile sıvama makinasına boşaltılır.



Şekil - 26. Hamur Karma Makinası ve Hamur

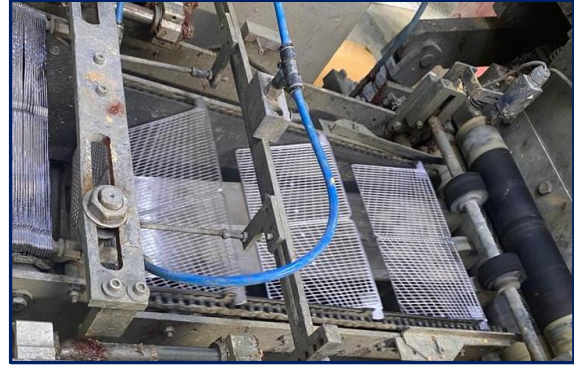
5.1.1.2. Izgara Üretimi, Plaka Oluşturulması, Kürleme ve Kurutma İşlemleri

5.1.1.2.1. Izgara Üretimi

Izgara üretimi dört farklı metot ile gerçekleştirilir.

a) Gravity (Döküm) Metodu

- 1) Izgaralara esneklik ve dayanıklılık kazandırmak için, saf kurşuna uygun kimyasallar (kalsit, antimon vb.) katılır, elde edilen alaşımlı kurşun külçeler döküm makinelerinde ergitilir ve kalıplarda ızgara haline getirilir.
- 2) Negatif ızgaralar kurşun-kalsiyum, pozitif ızgaralar ise kurşun kalsiyum veya kurşun-antimon alaşımlıdır.
- 3) Kalsiyumlu kurşun alaşımlarına belli oranlarda gümüş ilave edilerek farklı iklimlere uygun ve sıcaklığa dayanıklı olan uzun ömürlü aküler üretilir.
- 4) AGM tipi ve Ticari, Ağır Hizmet-Süper Ağır Hizmet araçlarda kullanılan akülerin pozitif plakaları bu metot ile elde edilir.
- 5) Gravity (Döküm) Metodunun avantajı, ızgaranın sağlam olması ve aktif maddenin daha iyi tutunmasını sağlamasıdır.



Şekil - 27. Gravity Metot

b) Exmet (Expanded - Genleştirilmiş Metal) Metodu

- 1) Kalsiyum-Kalay Alaşımlı Külçe kurşun ($PbCaSn$) şerit döküm makinasının potasında eritilir ve pompa ile alüminyum tamburun üzerine sevk edilir. Tambur içerisinden geçen soğutma suyu, kurşunu katı şerit haline dönüştürür.
- 2) Şerit haline getirilen kurşun levha, silindirler arasında geçirilir.
- 3) Şerit bıçakların arasından geçirilen kurşun levha, istenilen genişlikte kesilir. Bu şeritler sarıcıya sevk edilerek kasnaklar üzerine sarılır.
- 4) Sarılı kasnaklar raflara alınarak en az bir gün kürlenmesi ve sertleşmesi için bekletilir.
- 5) Kurşun şerit açmada, şeritler döner mekanizma üzerinde açılır ve üretim hattına iletilir.
- 6) Expander (*genişletici*) vasıtasıyla şeritlerde yarıklar açılır, zincir mekanizması ile genişletilerek ızgara geometrisi verilir.



Şekil - 28. Kurşun Levhaların Kesilmesi (1), Kasnağa Sarılması (2) ve Izgara Geometrisi Verilmesi (3)

c) Con-Cast (Kesintisiz Döküm) Metodu

- 1) Pozitif ızgaranın gerektirdiği korozyon dayanımının bu yöntemle sağlanması henüz mümkün olmadığından yalnızca negatif ızgara üretimi gerçekleştirilir.
- 2) Üretilen negatif ızgaralar güçlü içyapıya sahip otomobil, ağır hizmet ve süper ağır hizmet araçlarının akülerinde kullanılır. AGM ile Japon araçlarda kullanılanlar akülerin negatif plakaları bu teknoloji ile üretilir.

d) Punch (Delme) Metodu

- 1) Kurşun alaşımı geniş şerit halinde dökülerek haddelenir.
- 2) Haddelenmiş şerit, delme makinesinde aşama aşama delinerek ızgara haline getirilir. Bu metod ile özel ızgara desen tasarımları yapılabilir.
- 3) Punch teknolojisi ile üretilen ızgaralar daha dayanıklı olup, özellikle pozitif plakada kullanım için uygundur.
- 4) Binek DIN (Deutsche Industrie Norm - Alman Endüstri Normu) ve Japon araçlarında kullanılanlar ile EFB ve AGM tipi akülerin pozitif plakaları bu yöntem ile üretilir.

5.1.1.2.2. Plaka Oluşumu

- 1) Izgaralar, hazırlanan hamur ile sıvanarak plaka haline dönüştürülür.

1.a) Gravity (Döküm) metodu ile çift plaka halinde üretilen ızgaralar, sıvama makinesi haznesindeki hamur ile sıvanır.



Şekil - 29. Gravity Yönetimi Plaka Üretimi

1.b) Exmet metodu ile şerit halinde üretilen ızgaraların birbirlerine yapışmaması için her iki yüzeyi sıvama kağıdı ile kaplanır. Plaka hamuru ile sıvanır, kesme ve fırçalama makinesinden geçirilerek tek plaka haline getirilir. Bu teknolojiye Gravity (Döküm) yöntemine göre daha hızlı üretim yapılır.



Şekil - 30. Exmet Metoduyla Plaka Üretim

- 2) Binek, ticari araçlarda kullanılanlar ile EFB (**Enhanced Flooded Battery** - Geliştirilmiş Islak Tip Akü) akülerinin negatif plakaları bu yöntem ile üretilir.
- 3) Her iki metot ile üretilen plakalar hamurun sertleşmesi, yüzeyde bir miktar nemini kaybetmesi ve birbirine yapışmaması için ani kurutma tüneline girer.

5.1.1.2.3. Kürlenme ve Kurutma İşlemleri

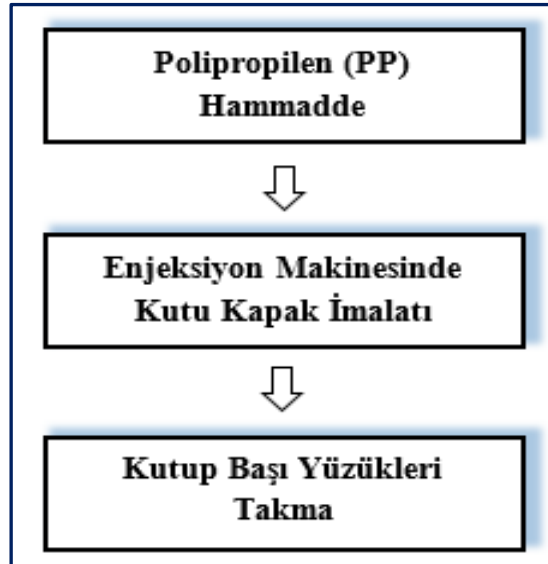
- 1) Gravity ve Exmet metotlarıyla üretilen ızgaralardan hazırlanan plakalar raf arabalarına dizilerek kürlenme fırınlarına alınır. Pozitif ve negatif plakaların kristal yapısının stabilizasyonu ve serbest metalik kurşun yüzdesinin düşürülmesi (oksidasyon), gerekli nem oranının sağlanması için %90 nem ve 65 °C de 15-20 sa kürlenir.
- 2) Kürlenme sonrasında plakalardan numune alınarak metalik kurşun testi yapılır.

- 3) Metalik kurşun değeri uygun ise kurutma işlemine geçilir. Yaklaşık 12 sa'lik kurutma sürecinde plakalara 65 °C sıcaklık verilerek nem değeri %0,5 in altına düşürülür.
- 4) Gravity metoduyla elde edilen çift plakalar, kürleme ve kurutma işlemi tamamlandıktan sonra plaka tek plaka haline getirilir.



Şekil - 31. Plakaların Raf Arabalarına Dizimi (1), Kürleme Odasına Alımı (2) ve Kürleme-Kurutması (3)

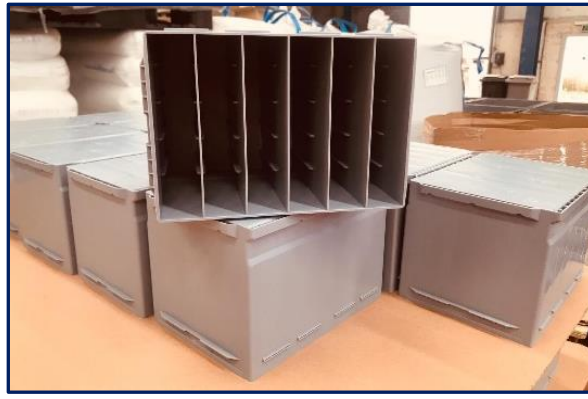
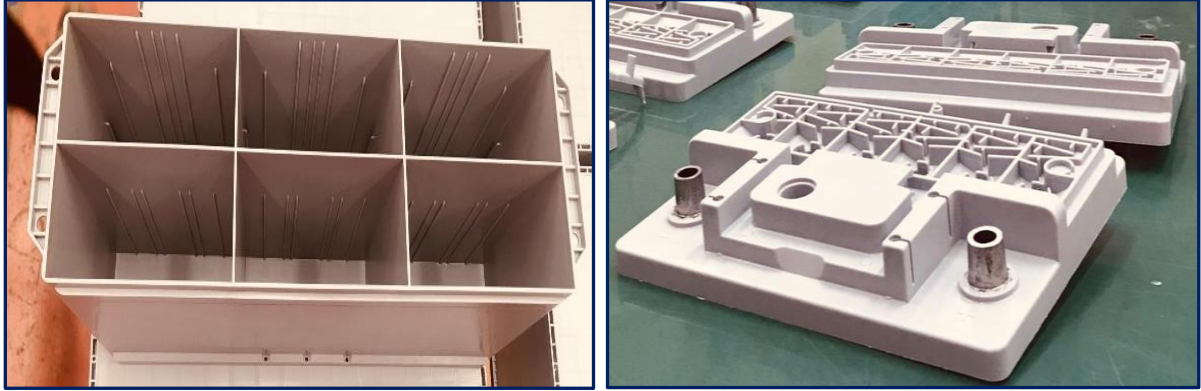
5.1.1.3. Kutu ve Kapak Üretimi



Şekil - 32. Kutu ve Kapak İmalatı İş Akış Şeması

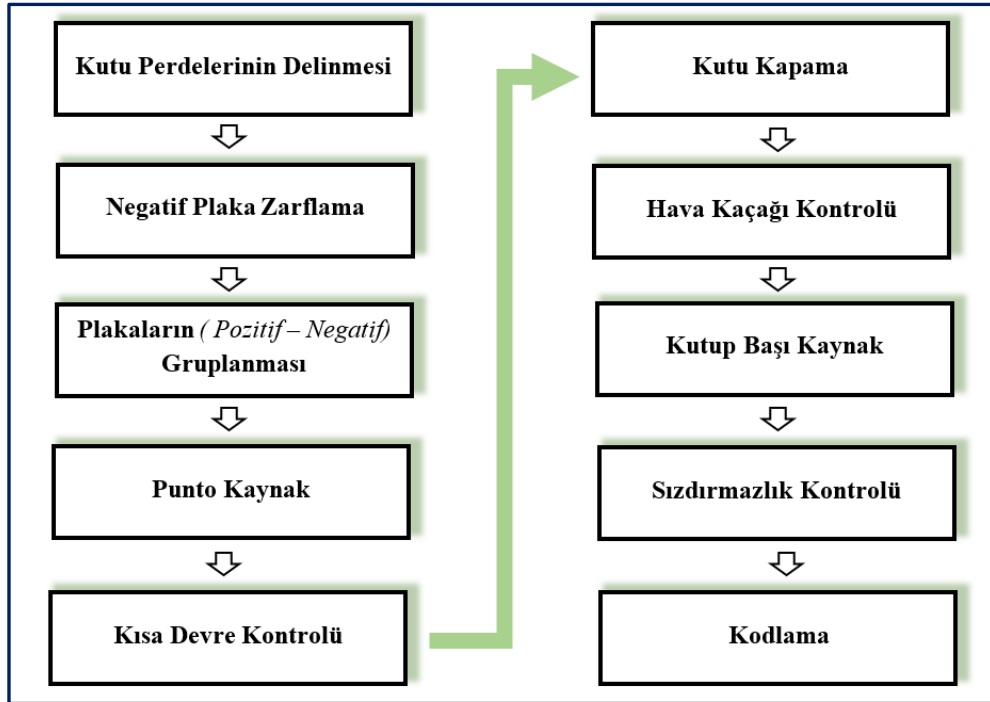
- 1) Kutu ve kapaklar temelde polipropilen (PP) kullanılarak akünün niteliğine göre uygun boyutta enjeksiyon yöntemi ile imal edilir.
- 2) Kapaklar, daha önce saf kurşundan elde edilen kutup başı yüzükleri de takılarak üretilir.

3) Kutu ve kapakların sızdırmaz ve mekanik - kimyasal etkilere karşı dayanıklı olması, yalıtkanlığı sağlaması önemlidir.



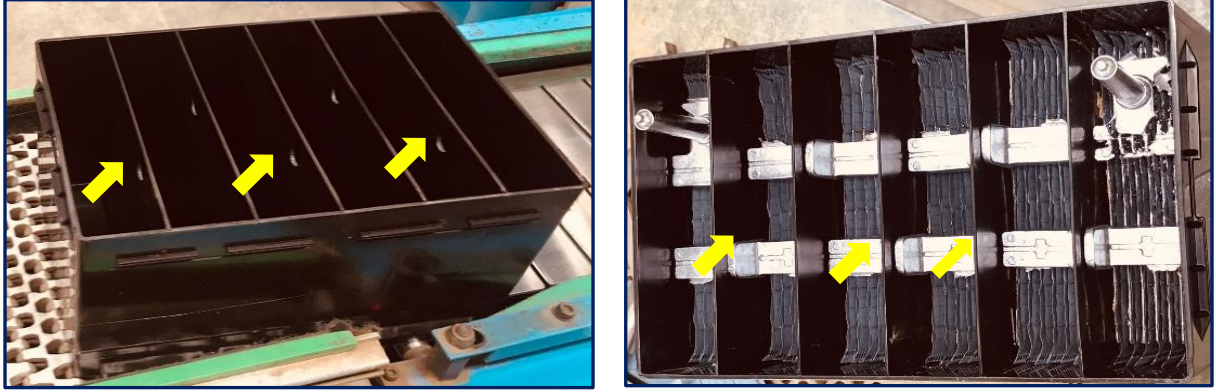
Şekil - 33. Akü Kutu ve Kapak

5.1.1.4. Montaj Hattı



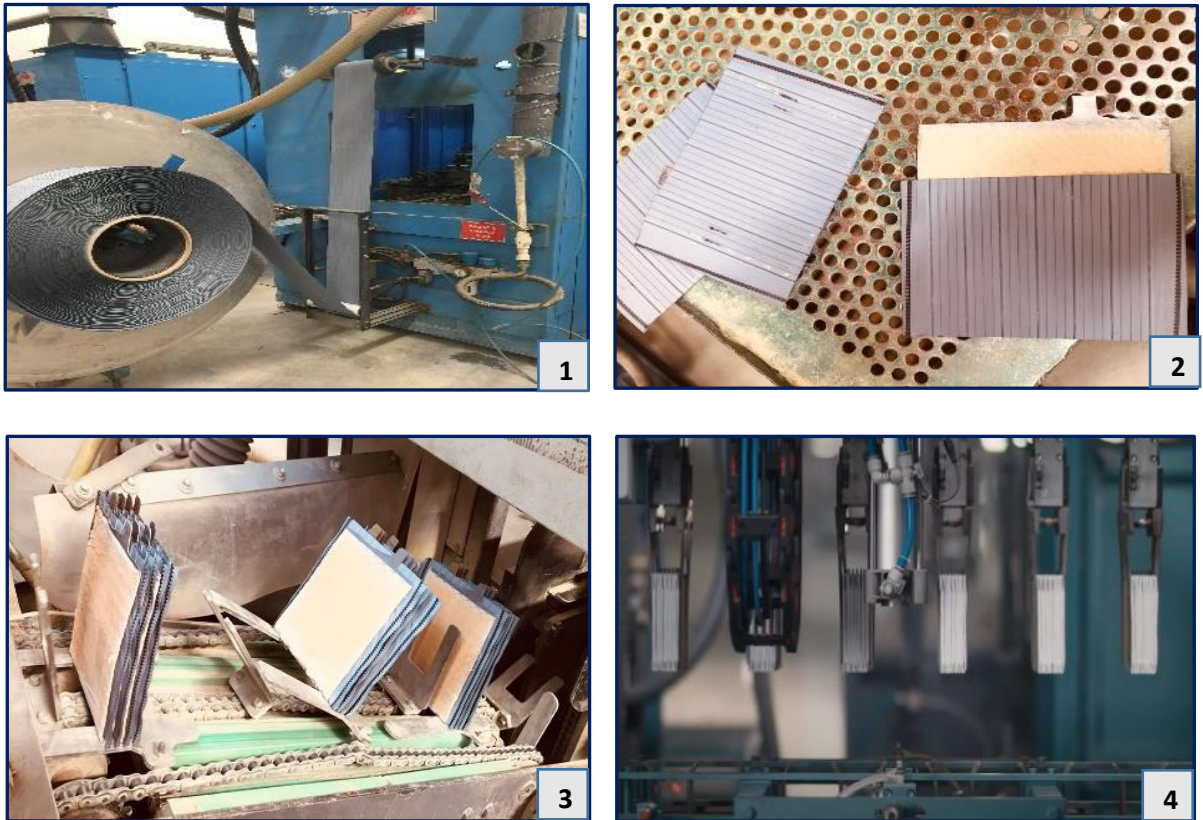
Şekil - 34. Montaj Hattı İş Akış Şeması

- 1) Pozitif ve negatif plakalar ile seperatör, kutu ve kapakların imalatı montaj öncesinde tamamlanır.
- 2) Kutu içindeki perdeler delinir. Amaç, gruplanmış plaka griftlerinin (kurşun döküm köprü uzantısı), kutu içinde birbirine temasını sağlayarak elektrik devresinin tamamlanmasıdır.



Şekil - 35. Perde Delikleri Açılmış Kutu

- 3) Negatif plakalar seperatör adı verilen polietilen malzeme ile zarflanır. Üretilcek akülerin kapasitelerine göre belirlenmiş sayıdaki negatif ve pozitif plakalar üst üste dizilerek gruplanır. Gruplanmış plakaların hizalaması yapılır. Negatif plakaların zarflanmasının amacı, plakalar arasında kısa devre oluşmasını önlemektir.
- 4) Bir grupta kullanılan plakaların sayısı akünün Amper Saat (Ah) değerini belirler.



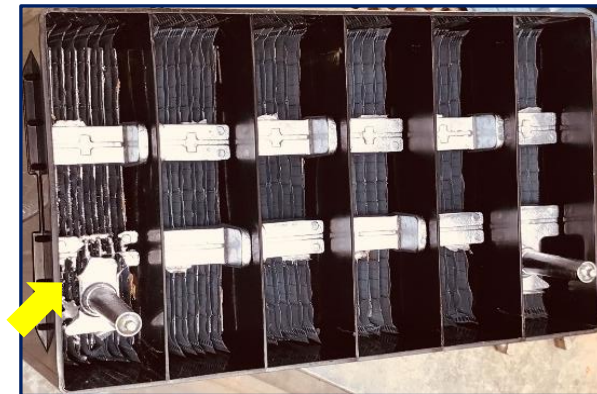
Şekil - 36. Zarf Makinesi (1), Zarflanmış (2) ve Gruplanmış Plakalar (3,4)

- 5) Grup kaynak makinasında, gruplanan plakaların kulaklarına yüzeydeki oksit ve yabancı maddeleri temizlemek ve lehimlemeye hazırlamak amacıyla flux kimyasalı sürülür.
- 6) Kulaklar makinadaki kalıba daldırılarak köprü kurşunu ile birleştirilip griftlenir. Bu esnada gruplardan birine + diğerine – kutup başı oluşturulur.
- 7) Meydana getirilen plaka grubu, her bir akü kutusu hücrelerine konulur. Kutu içindeki hücreler arasında bulunan delikler vasıtasıyla, köprü bağlantı kurşunu bölümlerinden punta kaynağı yapılır. Böylece gruplar seri bağlanarak aküde istenilen voltaja göre devre oluşturulur.



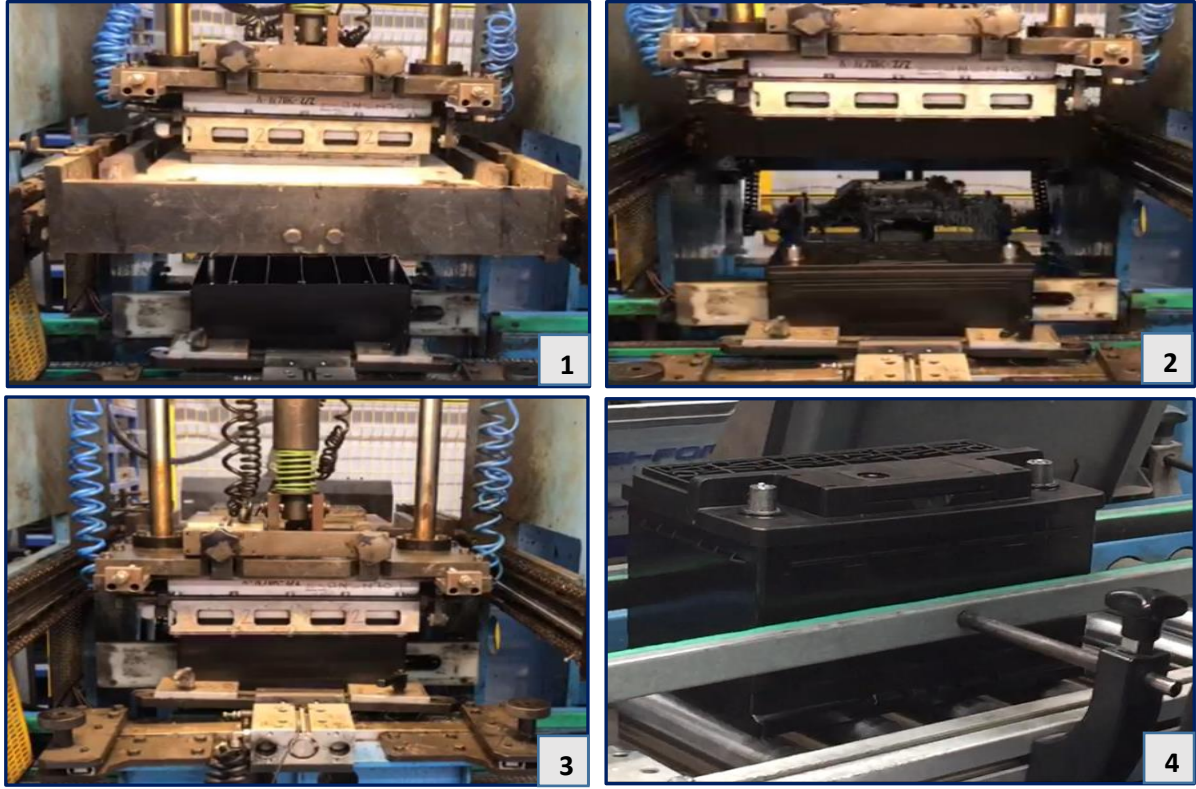
Şekil - 37. Griftlenerek kutulara Yerleştirilmiş Plaka Grubu

- 8) Grup kaynağından sonra, kısa devre kontrol makinası ile hücreler içinde kısa devre olup olmadığı kontrol edilir. Kısa devre varsa akü montaj hattından otomatik olarak ayrılır. Ayrılan akü, kontrolleri yapıp hatanın giderilmesi ile tekrar montaj hattına sevk edilir.



Şekil - 38. Kısa Devre Kontrolü ve Montaj Hattından Ayrılmış Hatalı Akü

- 9) Kapama makinasında içinde gruplar bulunan kutu ve kapak ısıtılabilir ve pres yardımıyla yapıştırılır.



Şekil - 39. Kutu Kapağının Oturtulması (1,2), Pres İle Kapak Yapıştırma (3), Kapalı Kapak (4)

- 10) Kapağın üzerindeki buşon yerlerinden akü içine hava basılır, bir süre basınç sabitlenir. Bu süre içinde basınç değerinde azalma olursa kutu ve kapağın birbirlerine uygun şekilde yapışmadığı ve dışarı hava kaçırdığı anlaşılır.



Şekil - 40. Hava Kontrol Test Cihazı

- 11) Kaynak yapılarak kutup başlarına son şekli verilir ve yüksekliğin standarda uygun olup olmadığı ölçülür.



Şekil - 41. Kutup Başı Kaynağı

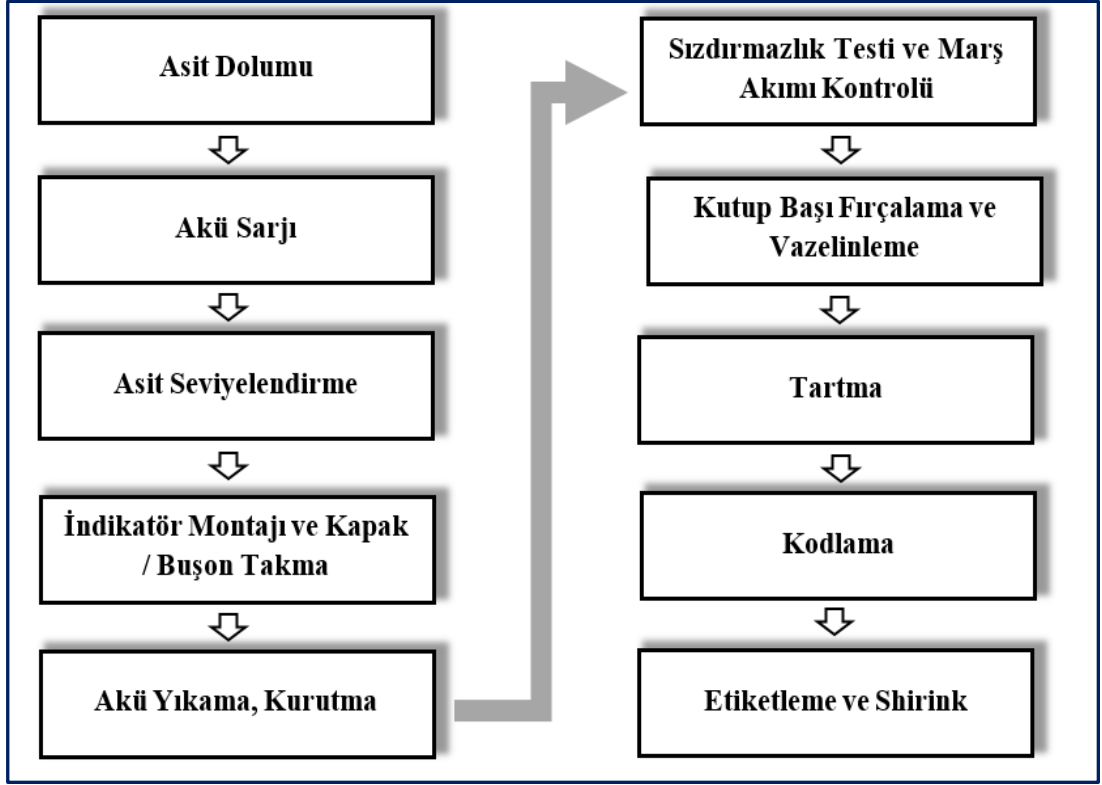
- 12) Sızdırmazlık kontrolü yapılır.
- 13) Üretilen aküler, takip edilebilirliğini sağlamak amacıyla gün, vardiya vb. izlenebilirlik kodu vurularak istiflenir.



Şekil - 42. Kodlama

5.1.1.5. Şarj İşlemi

Montajı tamamlanan aküler iki farklı şekilde şarj edilir.



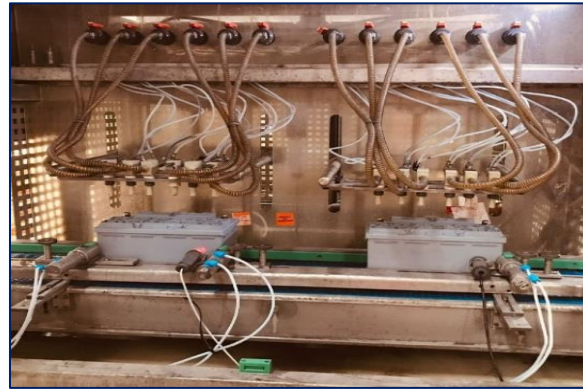
Şekil - 43. Şarj İşlemi İş Akış Şeması

a) Havuz Şarjı

1) Asit Dolumu

1.1. Aküler şarj işleminden önce elektrolit dolum makinesinde $1,220 \text{ gr/cm}^3$ yoğunlukta seyreltik sülfürik asit ile doldurulur.

1.2. Havuzlara dizilip kablo bağlantıları ile redresörlere (aküyü şarj etmekte kullanılan elektrik cihazı) seri bağlanır.

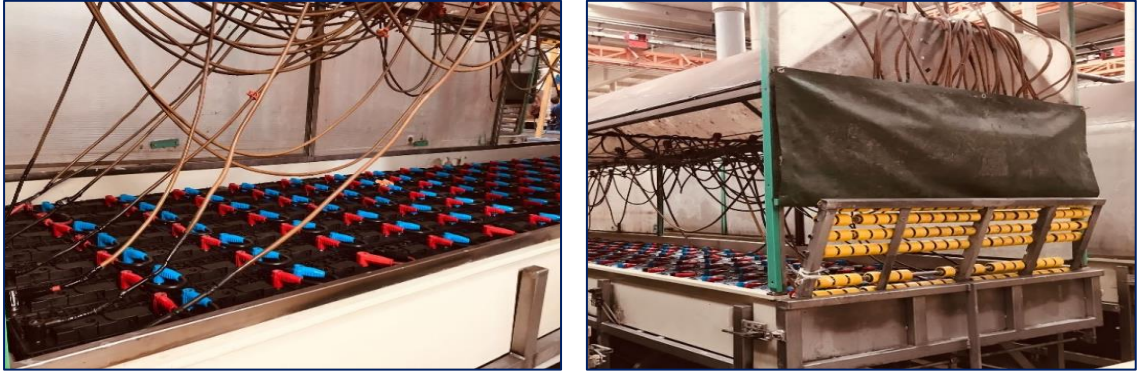


Şekil - 44. Akülere Asit Dolumu

2) Akü Şarjı

2.1. Aküler, şarj işlemi için paslanmaz malzemeden yapılan ve havuz adı verilen bölümlere konulur. Her bir havuzda ayrı hat bulunur. Aküler, bu hatlara seri bağlanır.

2.2. Hattın diğeri ucu redresöre monte edilir. Redresörlerde akü tiplerine göre şarj programları kayıtlıdır. Akünün şarjı sırasında ısınma meydana geldiğinden aküleri soğutmak için havuz içerisinde devir daim eden soğutma suyu kullanılır.



Şekil - 45. Havuzda Sarj İşlemi

b) Asit Resirkülasyon Şarjı

- 1) Yüksek akım ve sürekli asit resirkülasyonu ile akülerin daha kısa sürede şarj edilmesini sağlayan sistemdir. Şarj süresinde %75'e varan zaman tasarrufu yaratır.
- 2) Aküler redresörlere bağlanır. Her makinenin kapasitesi akü tiplerine göre farklılık gösterir. Redresörlerde akü tiplerine göre şarj programları kayıtlıdır.
- 3) Bu sistemde atık asit ve su kaybı yaşanmadığından yeşil teknoloji olarak adlandırılır.



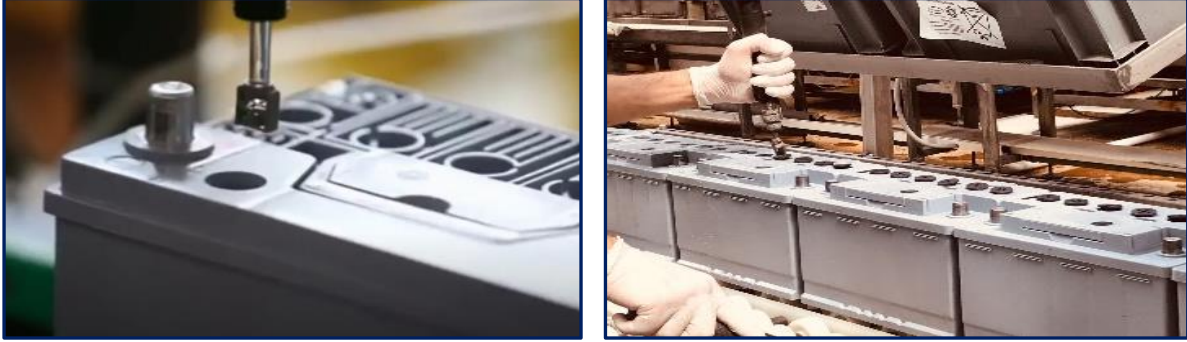
Şekil - 46. Asit Resirkülasyon Şarjı

5.1.1.6. Asit Seviyelendirme

Şarj süresince ısınmadan dolayı akülerin içindeki suyun bir kısmı buharlaşır. Şarj işlemi bittikten sonra akülere buharlaşan hacim kadar 1,280 gr/cm³ yoğunlukta asit ilavesi yapılır.

5.1.1.7. İndikatör Montajı ve Kapak / Buşon Takma

Asit seviyelendirme sonrasında akü modeline göre indikatör ve buşonlar aküye monte edilir.



Şekil - 47. İndikatör ve Buşon Takılması, Montaj

5.1.1.7. Akü Yıkama, Kurutma

Seviyelendirilen ve yardımcı malzemeleri (kulpları vs.) takılan aküler, üstünde asit kalmaması için yıkama makinasında yıkanır.



Şekil - 48. Kulpları Takılan ve Yıkamadan Çıkan Aküler

5.1.1.8. Sızdırmazlık Testi

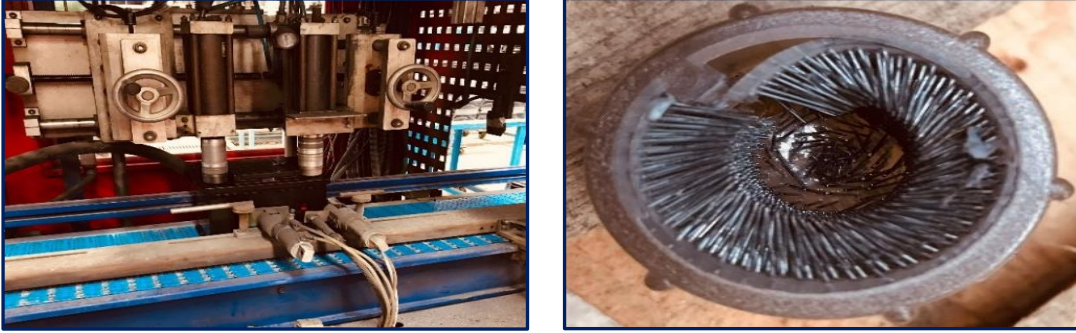
Kurutmadan çıkan akülerde sızdırmazlık ve marş akımı kontrolü yapılır. Tam kapalı akü üretiliyorsa ikinci kapak, kapama makinasında eritme yöntemiyle takılır ve sızdırmazlık testine gönderilir.



Şekil- 49. Sızdırmazlık testi

5.1.1.9. Kutup Başı Fırçalama ve Vazelinleme

Kutup başlarında oksit oluşumunu önlemek için kutup başları fırçalanır ve vazelinlenir.



Şekil - 50. Kutup Başı Fırçalama

5.1.1.10. Tartma

Aküler terazide tartılarak ağırlıklarının standardına uygun olup olmadığı kontrol edilir.



Şekil - 51. Tartma

5.1.1.11. Kodlama

İzlenebilirliğin sağlanması için bitim hattından çıkan aküler kodlanır.



Şekil - 52. Kodlama

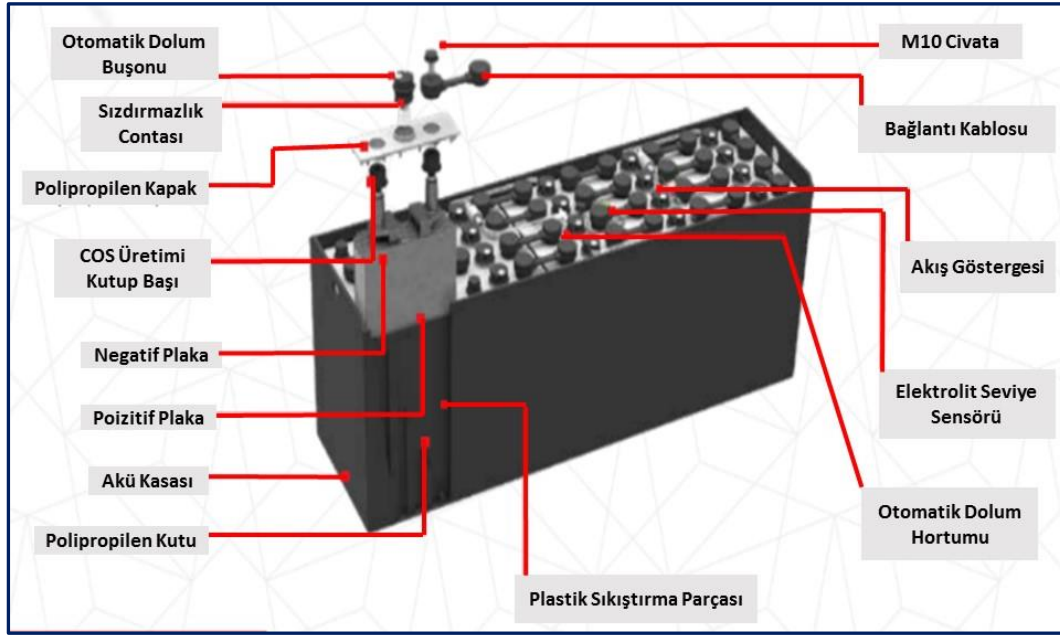
5.1.1.12. Etiketleme ve Shirink

Akünün seri numarası, volt, amper saat, ağırlık, tipi vs. gibi özelliklerinin yazdığı tanım ve ikaz etiketleri, firma logosu yapıştırılır. Garanti belgeleri de eklenen akülerin her biri shirink makinesinden geçirilerek ambalajlanır ve paletlere dizilerek sevkiyata hazır hale getirilir

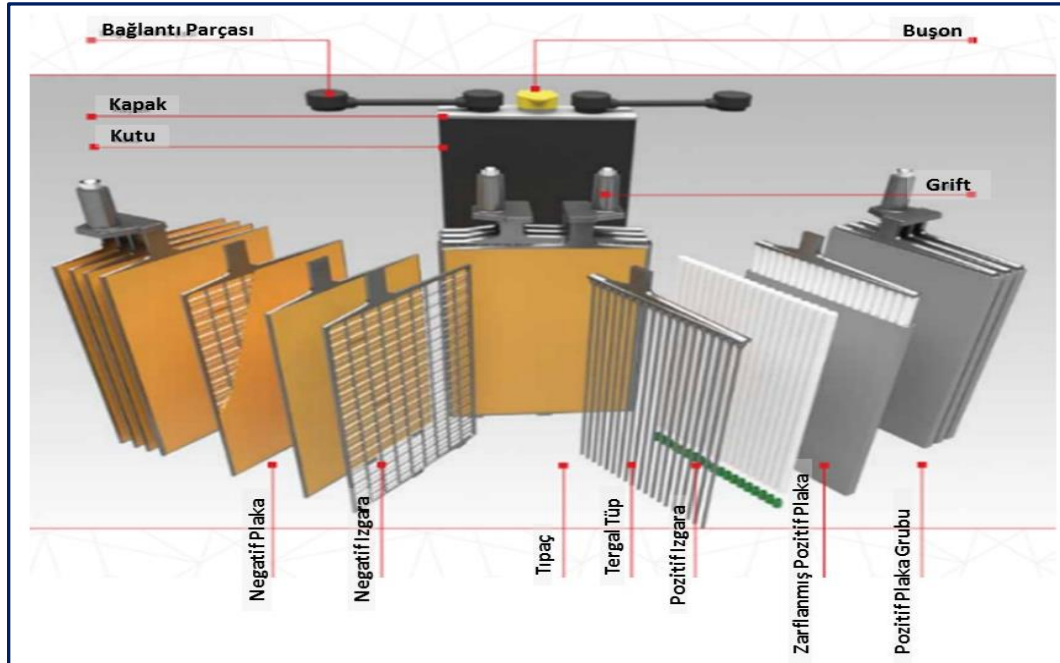


Şekil - 53. Etiketleme ve Ambalajlama

5.1.2. Traksiyoner Akü Üretimi



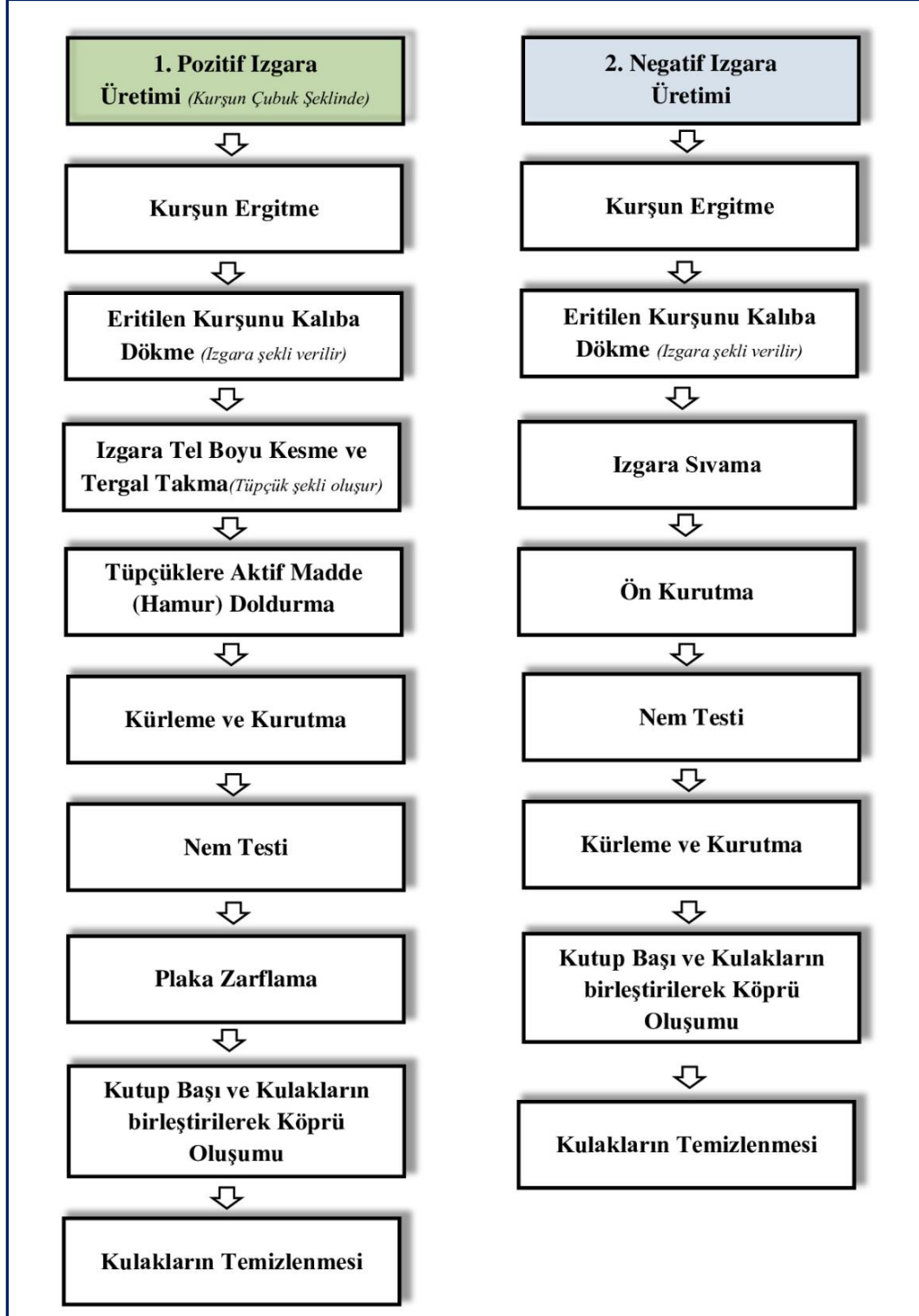
Şekil - 54. Traksiyoner Akü Parçaları



Şekil - 55. Traksiyoner Akü İç Yapısı

5.1.2.1. Plaka Üretimi

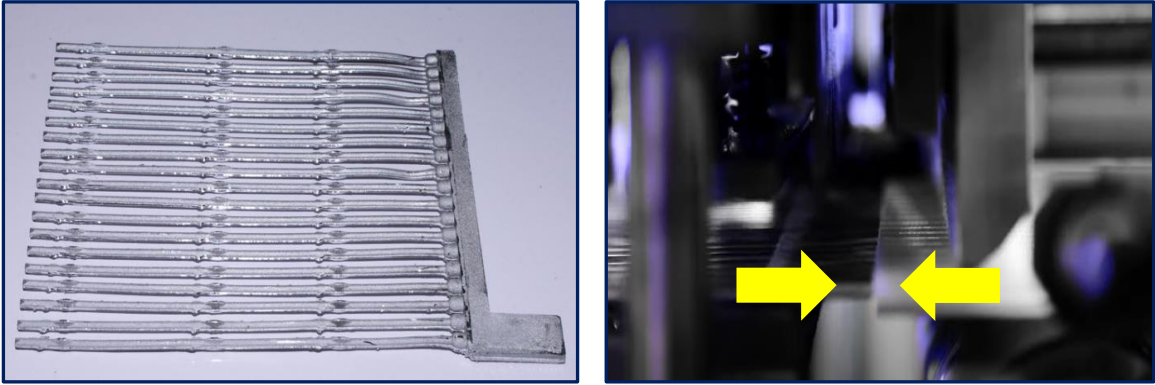
Traksiyoner akü hücre plakalarını meydana getiren ızgaralar pozitif ve negatif olarak ayrı ayrı üretilir.



Şekil - 56. Traksiyoner Akü Plaka Üretimi İş Akış Şeması

a) Pozitif Izgara Üretimi

- 1) Kurşun-antimon karışımından oluşan özel alaşım, enjeksiyon makinesi potasında eritilir. 100 bar yüksek basınçta kalıp içerisine basılır.
- 2) Pozitif ızgaralar kurşun çubuk şeklindedir. Enjeksiyon teknolojisi ile üretildiklerinden kurşunun, gözenekler arası boşlukları daha az ve alaşımdaki antimondan dolayı da sert yapıdadır. Bu nedenle korozyona karşı mukavemetleri fazladır.
- 3) Enjeksiyon makinasından çıkan ızgaraların tel boyları, plakanın cinsine uygun uzunlukta kesilir. Tergaller (*polyesterden yapılmış dokumalı veya dokumasız tipte üretilen tüp şeklindeki malzeme*) ızgara çubuklarının arasına otomatik olarak geçirilir. Tergal takmanın sebebi, aktif maddenin akünün ömrü boyunca plakada kalmasını sağlamaktır.



Şekil - 57. Izgara ve Tergal Takma

- 4) Yaş dolum teknolojisinde hazırlanan aktif madde (hamur), enjeksiyon yöntemiyle uygun basınçta tüpçüklerin içine doldurulur. Hamurun dökülmesini önlemek için tergalin açık olan kısmına ultrasonik yapıştırma ile tıpaç takılır.



Şekil - 58. Tüpçüklerin Görünümü

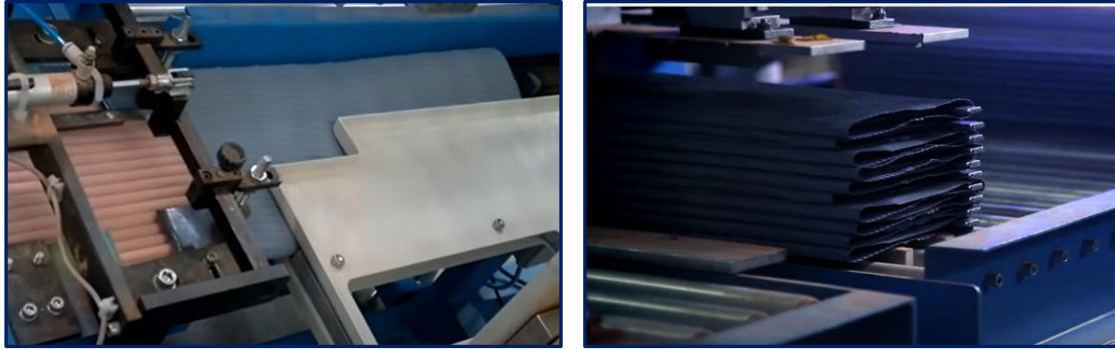
- 5) Tüp doldurma işlemi sonrasında tergalin etrafına bulaşan hamur yıkanır ve pozitif ızgaralar taşıma ekipmanlarına yerleştirilir.

- 6) Taşıma ekipmanlarına dizilen plakalar kürlenme-kurutma fırınlarına alınır. Kürlenme işlemi 24 sa, kurutma işlemi ise 60-70 °C sıcaklıkta yaklaşık 48 sa sürer.



Şekil - 59. Kürlenme –Kurutma Fırını

- 7) Sürenin sonunda plakalardan numune alınarak serbest kurşun (Pb), kurşun sülfat ($PbSO_4$) ve nem testi yapılır. Plakaların nem değerinin %0,7' in altına düşmesi sağlanır.
- 8) Zarflama işlemi yapılır.

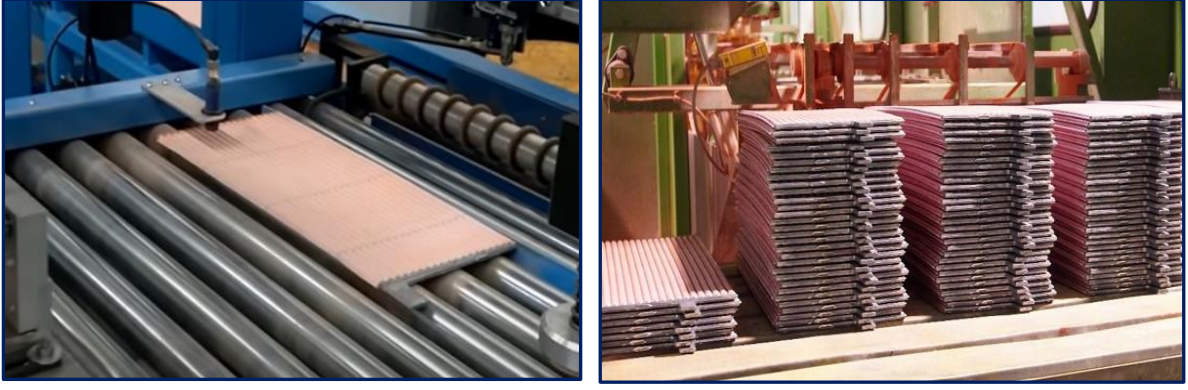


Şekil - 60. Pozitif Plakaların Zarflanması

- 9) Plakaların kulakları dökme kurşun ile birleştirilerek köprü oluşturulur ve kutup başı meydana getirilir. Artıkların temizlenmesi için kulaklar fırçalanır.

b) Negatif Izgara Üretimi

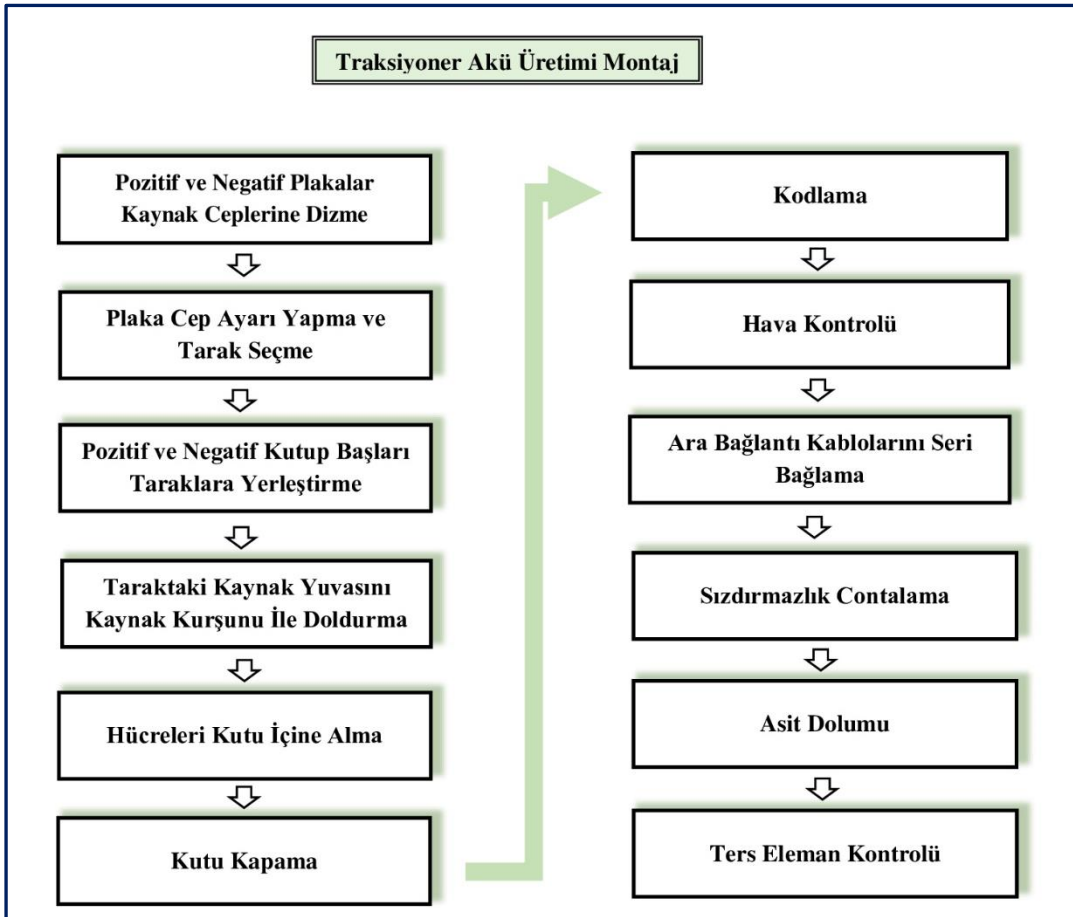
- 1) Alaşımli kurşunlar ızgara döküm makinelerine ait potalarda ergitilerek kalıplardan ızgara halinde dökülür. Üretilen ızgaralar paletlere konularak sıvama prosesinde kullanılmak üzere raflara istif edilir.
- 2) Sıvama makinesinin hopper (*besleme ünitesi*) haznesine alınan hamur ile haznenin altından geçen ızgaralar istenilen kalınlıkta sıvanır.
- 3) Sıvanmış hamurun sertleşmesi ve hamurun bir miktar nemini kaybetmesi için ön kurutma tüneline geçirilir. Sonrasında plakalar toplanarak yatay şekilde negatif sıvama paletlerine dizilir.
- 4) Negatif çığ plakalar baca klapesi kapalı durumda 1 gün çalıştırılmadan dinlendirilir. Daha sonra baca klapesi açılır ve 60-70 °C' de 3 gün kurutulur. Sürenin sonunda plakalardan numune alınarak serbest kurşun (Pb), kurşun sülfat ($PbSO_4$) ve nem testi yapılır. Plakaların nem değerinin %0,7' in altına düşmesi sağlanır.



Şekil - 61. Sıvanmış Negatif Izgaralar

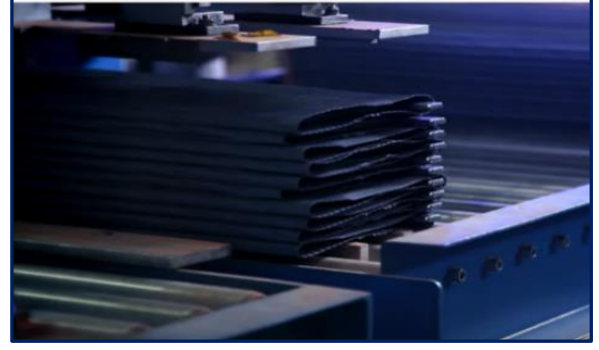
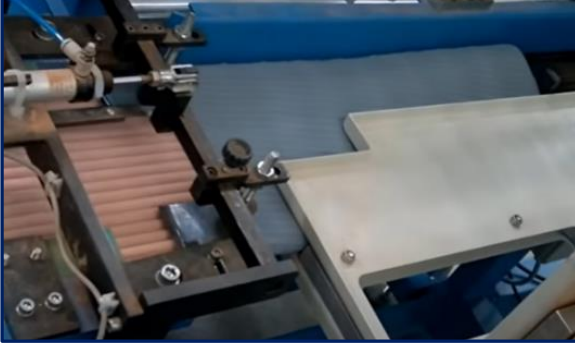
- 5) Kürlleme ve kurutması tamamlanan plakalar, kaynak yapılacak kulak bölümlerinden kesilir ve kulakları fırçalanarak temizlenir.
- 6) Plakaların kulakları dökme kurşun ile birleştirilerek köprü oluşturulur ve kutup başı meydana getirilir.

5.1.2.2. Montaj Hattı



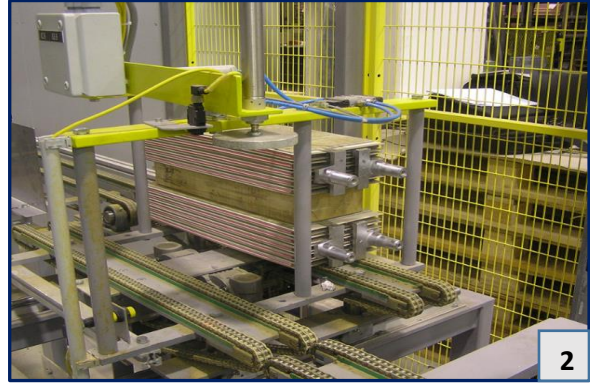
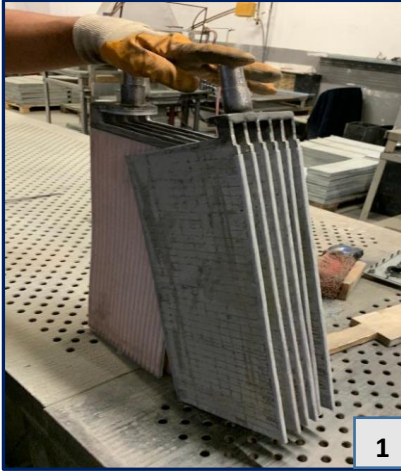
Şekil - 62. Montaj Hattı İş Akış Şeması

- 1) Kulakları fırçalanmış ve kaynağa hazır hale getirilmiş pozitif plakalar, kısa devre oluşumunu önlemek için yüksek poroziteye (*gözeneklilik*) sahip polietilen seperatörler ile mekanik sıkıştırma yöntemi kullanılarak zarflanır.



Şekil - 63. Pozitif Plakaların Zarflanması

- 2) İstenilen kapasiteye uygun plakalar seçilerek kaynak ceplerine dizilir, plakaların cep ayarları yapıldıktan sonra uygun kaynak tarağı seçilir.
- 3) “+” ve “-” kutup başları (griftler) taraklar üzerindeki boşluklara yerleştirildikten sonra taraktaki kaynak yuvası şaloma (*kaynak işleminde metallerin kesiminde ya da eritilmesinde kullanılan ve alev püskürten araç*) ile özel kaynak kurşunu eritilerek doldurulur. Oluşturulan hücre vinç yardımı ile kutu içerisine konulur.



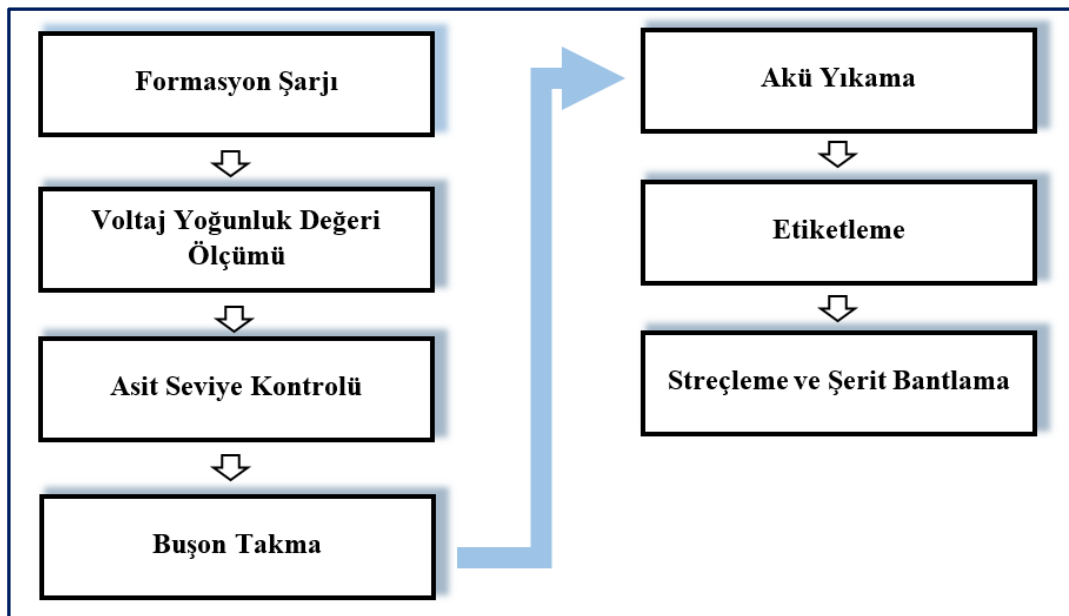
Şekil - 64. Plakaların Birleştirilerek Hücre Haline Getirilmesi (1,2) ve Kutulara Montajı (3,4)

- 4) Kaynatılan hücrenin tipine uygun kapak, sıcak yapıştırma yöntemi ile kutuya yapıştırılır, üzerine akü bilgileri kodlanır.
- 5) Kutu ile kapak arasında yapışma problemi olup olmadığı hava kontrol makinası ile test edilir. Kapağın buşon gözünden akü içerisine 200 milibar basınçta hava basılır, bir süre basınç sabitlenir. Bu süre içerisinde basınç değerinde azalma olursa yapışmada problem olduğu ve dışarı hava kaçağı yaptığı anlaşılır.
- 6) Hücreler sac kasa içerisine teknik resme uygun şekilde yerleştirilir. Ara bağlantı kablolarıyla seri olarak birbirine bağlanarak hücre montajı tamamlanır.
- 7) Montajı tamamlanan hücrelere öncesinde sızdırmazlığı önlemek amacıyla contalama işlemi yapılır, sonrasında asit dolumu gerçekleştirilir.
- 8) Ters eleman kontrolü için göz ile kapaklarında bulunan "+", "-" işaretlerin kontrolü yapılır.



Şekil - 65. Contalama ve Asit Dolumu

5.1.2.3. Şarj İşlemi



Şekil - 66. Şarj İşlemi İş Akış Şeması

1) Montajı tamamlanan hücreler redresörlere bağlanarak formasyon şarjı (*akü deşarjı*) yapılır.



Şekil - 67. Akülerin Şarj Edilmesi

- 2) Şarj bittikten sonra akülerin voltaj yoğunluk değerleri ölçülerek kontrol edilir.
- 3) Şarjı tamamlanan akülerin asit seviyeleri kontrol edilir. Fazla asit vakum yardımıyla alınır.

5.1.2.4. Buşon Takma

Şarj edilen akülerin buşonları takılır.

5.1.2.5. Akü Yıkama

Şarj esnasında akü üstünde ve saç kasa yüzeyinde oluşabilecek asit temizlenir.

5.1.2.6. Etiketleme

Akünün seri numarası, volt, amper saat, ağırlık, tipi vs. gibi özelliklerinin yazdığı tanım etiketi ile uyarı ikaz etiketleri ve firma logo etiketi yapıştırılır. Garanti belgeleri de eklenen akülerin her biri shirink makinesinden geçirilerek ambalajlanır. Paletlere dizilerek sevkiyata hazır hale getirilir.

5.1.2.7. Streçleme ve Şerit Bantlama

Etiketlenmiş akü streçlenerek ve şerit bantla palete sabitlenerek ambalajlanır ve sevkiyata hazır hale getirilir.

6. AKÜLERDE BAKIM, DEPOLAMA VE KONTROLLER

6.1. Satış Öncesi

- Depolamada en çok dikkat edilmesi gereken ve akünün ömrünü en çok etkileyen faktör FIFO (First In First Out) sisteminin uygulanmasıdır. FIFO, depoya ilk giren (eski tarihli) akünün önce satılmasıdır.
- Depolamadan önce taşınma zararları, çatlaklar ve elektrolit sızmaları kontrol edilmelidir.
- Aküler, serin ve kuru ortamlarda stoklanmalı, toz ve yağışa maruz kalmamalıdır.

- 27 °C civarında normal koşullar altında raf ömürleri 12 aydır. 27 °C'nin üzerinde, her 10 °C'lik artış akünün raf ömrünü yarıya düşürür.
- Dik olarak depolanıp taşınmalıdır. İçindeki sülfürik asit 45°'den fazla eğildiğinde dökülebilir. Üst üste depolanacak ise akülerin aralarına ayıraç konulmalı; paletli depolamada üst üste en fazla 2 palet, adetli depolamada ise üst üste en fazla 5 adet yerleştirilmelidir.
- Depolama süresince havalandırma çıkışları olmalı ve depolama alanında sigara içilmesi veya kaynak yapılması gibi açık ateşin kullanıldığı işler yasaklanmalıdır.
- Depoda meydana gelecek yangın riskine karşı yangın söndürücü tüp ve ekipman bulundurulmalıdır.
- Depoda çalışılırken baret, iş güvenliği ayakkabısı gibi kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Akülerin kırılarak asidin yayılması riskine karşı depoda kimyasal emici ped veya tozlar bulundurulmalıdır.
- Aküler deşarj olmuş vaziyette depolanır ise sülfatlaşma gerçekleşebilir.
- Voltajın standart aküler için 12,40 V; start-stop aküler için 12,60 V' un altına düşmemesi gerekir. Bu değerlerin altına düşen aküler redresör ile şarj edilir.
- Akülerin üzeri her zaman temiz olmalıdır. Akülerin üzerinde toz olması durumunda statik elektriklenmenin artması sebebi ile self-deşarj (*kendi kendine deşarj*) hızlanacaktır.



Akülerde oluşan gazlar patlayıcıdır.



Sigara ve ateşle yaklaşmayınız.



Aküyü şarjdan çıkarırken mutlaka şarj cihazını kapalı konuma getiriniz.



Akü üzerine metal malzemeler koymayınız.



Bakım işleminden önce akünün soketini mutlaka çıkartınız.



Aküdeki asit istenmeyen yanmalara sebep olabilir.



Akü üzerinde çalışırken iş gözlüğü ve eldiveni kullanınız



6.2. Satış Sonrası

- Araç üzerinde yapılması gereken kontroller;
 - ✓ Araç üzerinde ek donanım olup olmadığı

- ✓ Alternatör voltajının uygun aralıkta olup olmadığı
- ✓ Araçta kaçak elektrik olup olmadığı
- Montajı yapılacak aküde yapılması gerekli görsel kontrollerde dikkat edilecek hususlar;
 - ✓ Aküde sızıntı olmaması
 - ✓ Kutup başlarında oksitlenme, kararma ve deformasyon olmaması
 - ✓ Akü kulplarının sağlam olması
 - ✓ Aküde şişme olmaması
- Montaj öncesinde yapılması gereken voltaj kontrolünde;
 - ✓ Standart akülerde ölçülen voltajın minimum 12,40 V; start-stop, AGM ve EFB akülerde ise minimum 12,60 V olması gerekir. Bu değerlerin altında çıkması durumunda akü uygun metotla şarj edilmelidir.
 - ✓ Araç üzerinden çıkan akünün teknolojisi, voltaj, kapasite ve marş akım değerlerine bakılarak yeni akü seçimi yapılmalıdır.

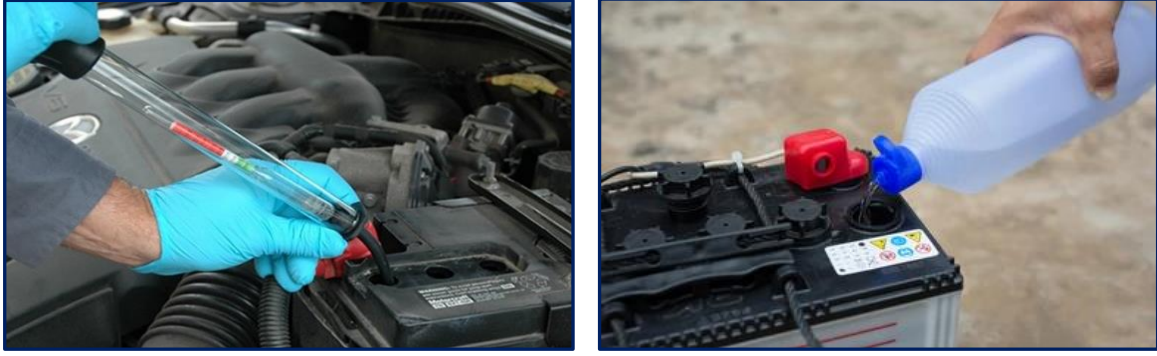
6.3. Periyodik Kontroller

- Aküler ticari araçlarda 3 ayda bir, standart binek araçlarda 6 ayda bir periyodik olarak kontrol ettirilmelidir.
- Kutu ve kapak kontrol edilmeli; kırık, çatlak, sızıntı var ise kullanılmaya devam edilmemelidir.
- Pozitif ve negatif kutup başları kontrol edilmeli, kutup başlarında herhangi bir deformasyon, kırılma, erime olmamalıdır. Patlama riskine karşı hasarlı kutup başına herhangi bir işlem yapılmamalıdır. Kutup başlarında kararma (oksitlenme) var ise sıcak su ve tel fırça (plastik fırça statik elektriklenme ve patlamaya sebep olabilir) ile temizlik yapılmalı, temizlik sonrası kurulmalı ve vazelinlenmelidir.



Şekil - 68. Kutup Başlarının Vazelinlenmesi

- Buşonları açılabilen akülerde bomemetre ile her hücrenin yoğunluğu ölçülmelidir. Sağlıklı bir aküde tüm hücrelerin yoğunluğu 1,240 gr/cm³'ün üzerinde (bomemetre yeşil) olmalıdır. 1,240 gr/cm³'ün altında olması durumunda, bomemetre sarı alanda ise akü şarj edilmeli, kırmızı alanda ise akü değiştirilmelidir. Elektrolit seviyesinin azalması durumunda plakaların bir parmak üzerine gelecek kadar saf su eklenmelidir.



Şekil - 69. Bomemetre İle Hücre Yoğunluğunun Ölçümü ve Saf Su Eklenmesi

- Buşonu açılmayan akülerde yoğunluk indikatöre bakılarak anlaşılır. İndikatör, bulunduğu hücrenin yoğunluğunu gösterir. Yoğunluk, 1,220 gr/cm³ civarında iken indikatör içindeki yeşil top alçalmaya başlar. Yukarıdan bakıldığında yeşil top görülemeyeceğinden indikatör siyah gözükür.



Şekil - 70. İndikatör Göstergeleri

- Buşonu açılmayan akülerde akünün şarjı, voltmetre ile voltajının ölçümü ile yapılmalıdır. Standart akülerde, voltaj 12,40 V' un üzerinde ise akünün şarjının iyi durumda olduğu anlaşılır. 12,40 V' un altında olması durumunda ise akü şarj edilmeli, şarjdan 24 sa sonra yapılan kontrolde voltaj değeri 12,40 V' un üstünde ise akü kullanılabilir, altında ise akünün ömrünün bittiği anlaşılır. Start-stop akülerinde ölçülmesi gereken minimum değer 12,60 V' tur.
- Hiçbir zaman araçta veya dışarıda şarjdan yeni çıkmış bir akünün şarj durumu ölçülmez. Bu durumda yanıltıcı bir yüksek voltaja sahip yüzey şarjı vardır. Yüzey şarjını almak için aküyü 15x15 A ile veya araçta ise uzun ön farları 15 sn açık tutularakdeşarj edilmelidir.

7. AKÜNÜN ARACA TAKILMASI

- 1) Yerine takılacak akünün tavsiye edilen ölçü ve çeşide uyup uymadığı, iyi şarjlı olup olmadığı ve elektrolit seviyesi kontrol edilir.
- 2) Akü temizlenerek ve kurularak darbeli olup olmadığına bakılır.
- 3) Akünün yerleştirildiği yerin de iyice temizlenmesi gerekir. Eğer metal ise tel fırça ile fırçalanır, karbonat ve su ile temizlenerek korozyon önlenir.
- 4) Kablolar ve bağlantı yerleri temizlenerek bağlantı yerlerinde korozyon olup olmadığı kontrol edilir.
- 5) Yeni akü, bağlantıları en iyi şekilde verecek pozisyonda yerleştirilir ve tutturma kelepçeleri kuvvetle sıkıştırılır.

- 6) Starter / solenoid kablolar (+) pozitif kutup başına; yer kabloları ise (-) negatif kutup başına yerleştirilir ve emniyete alınır. Kablonun kutup başı fazla gerilmemelidir.
- 7) Motor çalıştırılıp motorun hızı arttıkça ateşleme uyarı lambasının söndüğünden ve ampermetrenin şarj gösterdiğinden emin olunmalıdır.
- 8) Ateşleme uyarı ışığı sönmüyorsa motor durdurulur, alternatör - regülatör sistemi kontrol edilir.
- 9) Akü geçici takılıyorsa boyundaki bir değişiklikten dolayı kutup başlarının motorun herhangi bir bölümüne değerek kısa devre yapmaması için kontrol edilir.
- 10) Akünün yerine konulacak akü set ise ve seri veya paralel bağlanmış akülerden oluşuyorsa tekrar birleştirildiğinde orijinal şeklinin verildiğinden emin olunmalıdır.
- 11) Özellikle kalıplı vida ve civatalar gevşetilmemeli, yandan kutup başları için uygun anahtar kullanılmalıdır.
- 12) Kutup başları kesilmemeli, delinmemelidir.



Şekil - 71. Akünün Araca Yerleştirilmesi

8. AKÜ KULLANIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

- Ürün üzerinde verilen güvenlik bilgileri kontrol edilmeli, etikette yer alan güvenlik sembolleri mutlaka incelenmelidir.
- Özellikle araç üzerindeyken akü yanında sigara içilmemelidir. Aküden şarj esnasında yanıcı özelliğe sahip Hidrojen gazı çıkışı vardır.
- Kullanılan aletler kutup başları üzerine ve yakınına konulmamalıdır. Kısa devre ile kıvılcım ve patlamaya sebebiyet verilebilir.

9. AKÜDE KAPASİTE, GERİLİM VE SICAKLIK

9.1. Kapasite

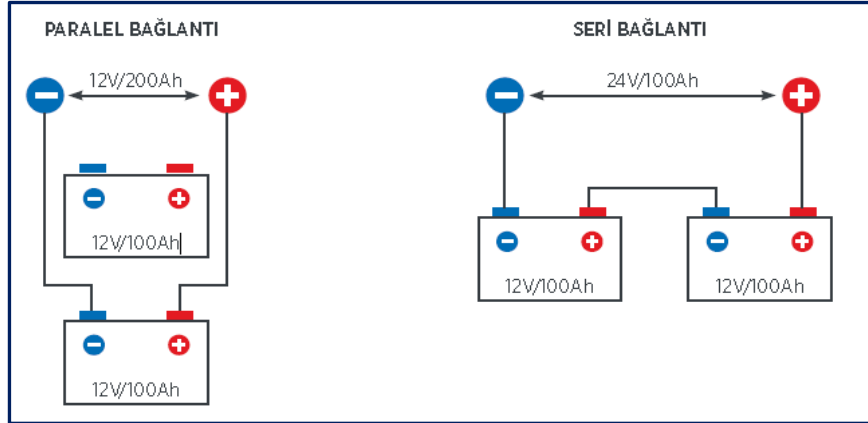
Aküde deşarj yolu ile elektrik enerjisine dönüşen toplam miktara Kapasite denir. Performans ölçümlerinde nominal kapasite ve rezerv kapasite olmak üzere iki temel olarak yöntem kullanılır.

Nominal kapasite genel olarak Avrupa ülkelerinde uygulanan tam şarjlı akünün beyan edilen kapasitesinin %5 akımla boşaltılması sonucunda kutuplar arasındaki gerilimin 10,5 V' a düşmesi için geçen süre ile belirlenir. Bu değer 60 Ah nominal kapasiteli akülerde en az 20 sa'tir.

Rezerv kapasite ise genellikle Amerika'da uygulanan tam şarjlı akünün 25 A sabit akımla kutupları arasındaki gerilimin 10,5 V' a düşene dek boşaltılması için geçen süredir. 60 Ah nominal kapasite boşalma süresi olan 95 dakika ile 95 RC (Rezerv Capacity) olarak gösterilirler.

Akım şiddetini gösteren rakamlar, kullanılan standardın soğukta yol verme test yöntemine göre değerini belirtir (Örneğin; EN, IEC, SA, DIN). Anlam karmaşası olmaması için ilgili standardın kısaltması ayrıca yazılır.

9.2. Gerilim



Şekil - 72. Paralel ve Seri Bağlanmış Akülerdeki Kapasite ve Voltaj Durumu

- 12 V luk bir akü, birbirine seri olarak bağlanmış ve her biri 2 V a sahip 6 hücreden oluşur. (2 V x 6 hücre). 6 V için ise 3 hücre seri olarak bağlanır (2 V x 3 hücre).
- Araç sistemi nominal 12 V, bazı kamyonlarda ise 24 V tur. Bu tür kamyonlarda 2 adet 12 V veya 4 adet 6 V akü seri olarak bağlanarak istenilen toplam voltaj sağlanır.
- Akünün kutupları boyunca verilip alınmayan akımın voltajına Açık Devre Voltajı denir. Akü tam dolu ise açık devre voltajı her hücre için 2,1 V altındadır.
- Akü şarj edilirken kutup başlarındaki voltaj artar.

9.3. Sıcaklık

a) Düşük Sıcaklıklar

- Aküler düşük sıcaklıklarda yüksek akım sağlamaya devam ederler; ancak sıcaklık düştükçe dahili direncin artmasına bağlı olarak voltaj azalır.
- Dahili dirençler çok arttığında, kutup başları arasındaki voltaj otomobilin ateşlemesi için gerekli olan akımı yavaş vereceğinden elektrikli cihazlar çalışmaz.
- Soğukta ve tam şarjlı olmayan iyi çalışması zordur. Çünkü soğukta motoru harekete geçirmek için daha fazla güce ihtiyaç vardır.
- Kışın deşarj sırasında elektrolitin özgül ağırlığı azalır ve suyun yoğunluğuna yaklaşır. Bu da elektrolitin donma riskini artırır.

b) Yüksek Sıcaklıklar

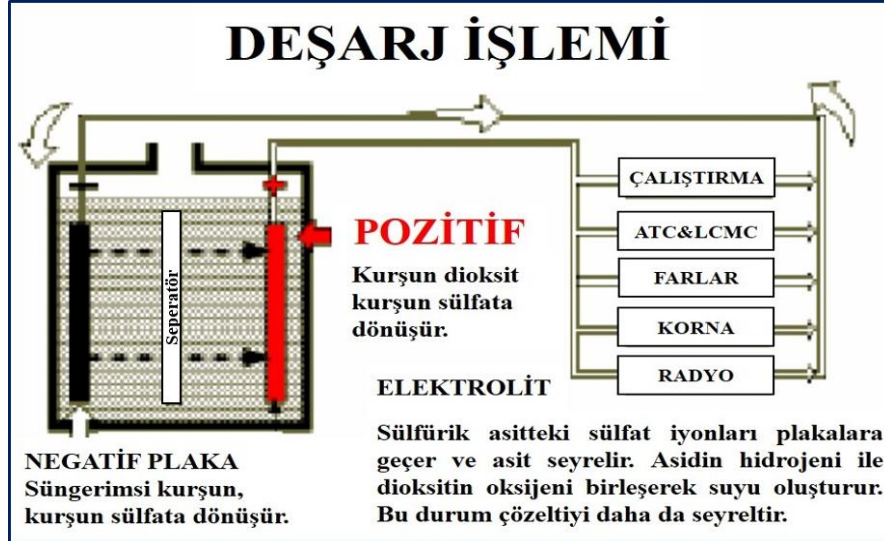
- Bütün kurşun asit aküler, hücrelerindeki kimyasal aktiviteden dolayı kendi kendilerine boşalırlar. Bu durum ortam sıcaklığı yükseldikçe artar.

- Kendi kendine deşarj olma elektroliti zayıflatır, ızgaraları ve plakaları aşındırır.

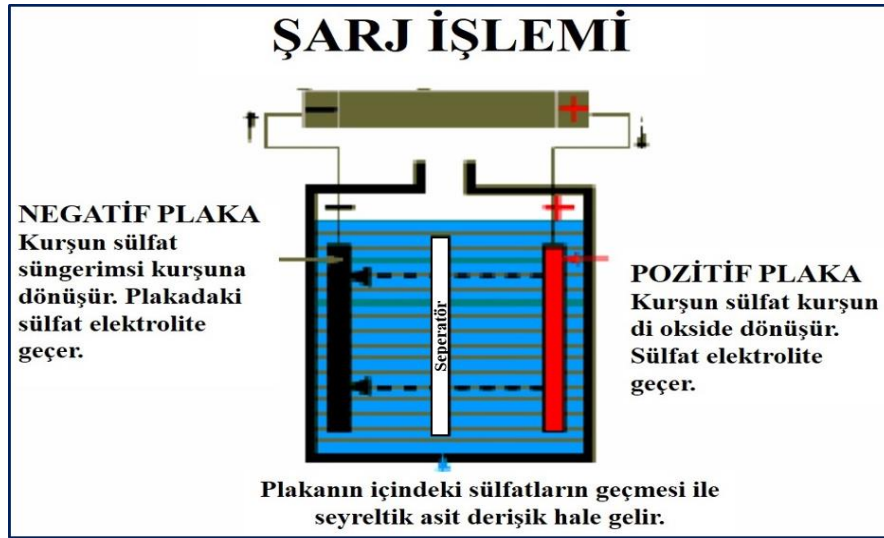
10. DEŞARJ VE ŞARJ

Deşarj işlemi sırasında kurşun dioksit ve kurşun, kurşun sülfata dönüşür. Böylelikle akünün voltajı düşer.

Aşağıdaki reaksiyonların yönünün tersi durumunda akü şarj olur ve reaksiyonun yönünü tersine çevirebilmek için akü geriliminin üzerinde voltajın dışarıdan uygulanması gerekir.



Şekil - 73. Akünün Deşarjında Meydana Gelen Reaksiyonlar



Şekil - 74. Akünün Şarjı Sırasında Meydana Gelen Reaksiyonlar

10.1. Araçlarda Şarj / Voltaj Seviyesinin Düşme Sebepleri

- Alternatörün aküyü yeterince şarj edememesi
- Aracın çalıştırılmadan, uzun süre bekletilmesi
- Araca standart donanımı dışında ekipman takılması
- Araçtaki elektrik kaçağı
- Kısa mesafeli araç kullanımları

10.2. Akünün Şarj Edilmesi

- Deşarj olan bir akünün ikmal şarjı, deşarj oranına ve bekleme süresince oluşacak içyapı sertleşmesine bağlı olarak değişir. Normal bir deşarjda ($>12,0$ V); 10-12 sa 1/20 kapasite akımı ile şarj yeterlidir. Derin deşarjlarda ($< 12,0$ V) bu süre 20-24 saate kadar uzayabilir.
- AGM akülerin şarjlarında voltaj limiti 14,40 V; standart ve start-stop akülerin şarjlarında ise 15,80 V olarak uygulanmalıdır.
- Aküye gelen fazla akım şarjı hızlandırmaz, ısı ve gaz üretimine neden olarak ziyan olur.
- Akünün sıcaklığının yükselmesi ve şiddetli gaz çıkması fazla şarj akımını gösterir ve uzun süre maruz kalınırsa akünün ömrünü azaltır.
- Sabit akım şarjlarında marş akımı oranının %1' inden fazlasının aküye getirilmemesi gerekir; aksi halde aküden gaz çıkışı arttıkça akım bu değere kademeli olarak düşürülmelidir.
- Diğer şarj cihazları, sabit voltaj veya taper şarj cihazları akü doldukça şarj akım oranını devamlı olarak azaltırlar. Açıldıktan 30 dk sonra sabit voltaj veya gittikçe azalan şarjların verildiği şarj cihazlarında tam dolu olarak bilinen akülerde gelen akım gözlenmelidir.
- Çıkış voltajı aralığı olarak 14,4-14,8 nominal 12 V aküler için yeterli ve şarj sonu akım kontrolü için güvenlidir.
- Çok akülü şarjlarda sabit voltaj sarj cihazlarını kullanırken birkaç akü paralel bağlanabilir; ancak toplam çıkış akımı, şarj durumlarına göre akülere bölünür.
- Ampermetre kullanılmadan gerçek şarj akımı bilinemez. Eğer sabit voltaj şarjlarında çıkış voltajı bir aküden fazlasına uygunsa, seri ve doğru sayıda bağlanmış her bir teldeki aküler daha sonra paralel bağlanırlar.
- FAST adı verilen yüksek hızlı destek sarj cihazları dikkatlice kullanılabilir. Fakat; 12 V' tan küçük olmadıkça ve şarj cihazı iyi azalan akım karakterine sahip olmadıkça FAST sarj cihazları 30 dk fazla kullanılmaz.

10.3. Depolama ve Kuru Şarjlı Akülerin Şarj Edilmesi

- Kuru şarjlı aküler uygun kuru ortamda ve sıcaklıkta depolanırsa, plakalar bir kaç yıl boyunca yüksek şarj derecesini kaybetmez.
- İstenmeyen depolama şartlarında, sıcaklık değişimleri akünün hava almasına neden olur ve plakalardaki şarj düşer.
- Yeni kuru şarjlı bir akünün güvenli bir şekilde hizmete hazırlanması şarj edildikten sonra 20-30 dk' dır. Depolama şartlarının bilinmemesi nedeniyle her zaman aküyü faal hale geçirme sürecinde kısa bir ikmal şarjı yapılmalıdır.

10.4. AGM Akülerin Şarj Edilmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- AGM aküler aşırı şarja dayanıklı olmadığından mak.14,40 V ile şarj edilmelidir.
- Yüksek sıcaklıkta (>40 °C) kullanımda şarj voltajı sıcaklık regülasyonu yoksa, aküde kurumaya sebep olur. Bu sebeple yüksek sıcaklıklarda kullanıma uygun değildir.

10.5. Start- Stop Akülerin Şarj Yöntemleri

- Aküler için doğru şarj metodu, kapasitesinin 1/20' si akım ile 24 sa şarj edilmesidir.
- AGM ve JEL akülerin şarjında kesinlikle voltaj sabitlemeli redresör kullanılmalıdır.

10.6. Şarj İşlemi Sırasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Akü, kullanıcılardan ve çalışanlardan uzak, temiz ve iyi havalandırılmış yerlerde şarj edilmelidir.
- Şarj sırasında akülerden patlayıcı gazlar çıkacağından, ortamda sigara içilmemeli, kaynak yapılmamalı veya açık ateşle çalışılmamalıdır.
- Akü ile şarj cihazı arasındaki bağlantılarda iyi izole edilmiş kablo ve bağlantı malzemeleri kullanılmalı, şarj cihazı arasındaki bağlantılar şarj cihazının düğmesi kapalıyken yapılmalıdır.
- Buşonlar şarj işlemi süresince çıkartılmamalıdır.
- Elektrolit düzeyini ayarlamak için şarj işlemi bittikten 2-3 sa sonra saf su eklenmelidir.
- Şarj cihazı kullanma kılavuzuna sadık kalınmalıdır.
- İş güvenliği ekipmanları maske eldiven ve iş güvenliği gözlüğü vb. mutlaka kullanılmalıdır.



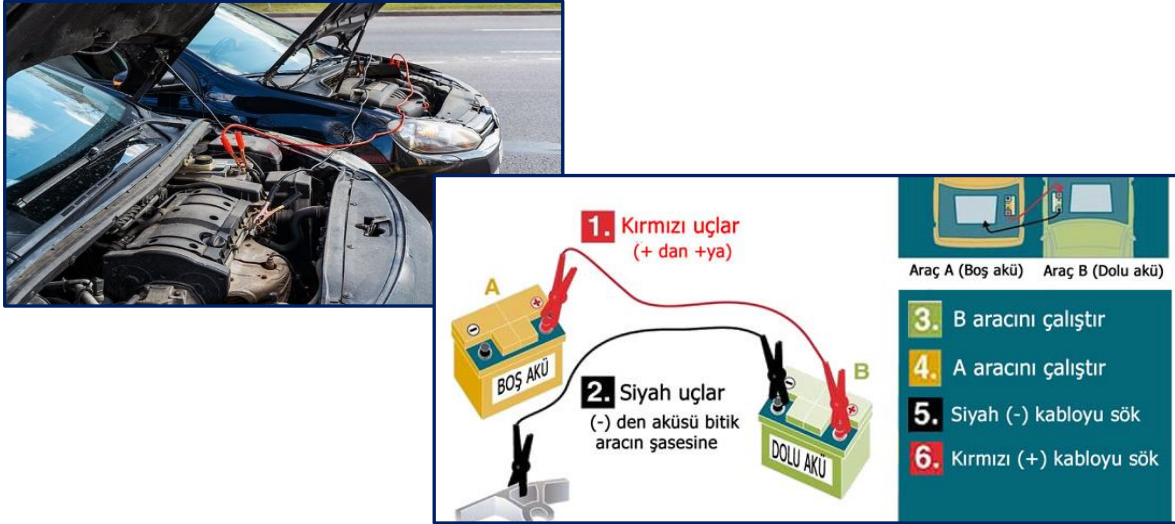
10.7. Aküden Aküye Takviye

- Şarjlı akünün bir araçtan diğer bir araca bağlanması acil durumlarda uygulanan bir işlemdir. Sadece uzman kişiler tarafından uygulanmalıdır.
- Araçlardaki elektrik sisteminin farklı olmasında dolayı aküden aküye takviye yapmadan önce aracın el kitabına bakılmalıdır.
- Akülerin patlayabileceği ve korozyona sebep olan sülfürik asidin çevreye sıçrayabileceği unutulmamalıdır.
- Gece çalışılacak ise ışıklandırma için açık ateş kullanılmamalıdır.

Takviye yapılırken;

- 1) Her iki araçtaki aküler aynı nominal voltajda değilse takviye yapılmaz.
- 2) Elektrolit kontrolü için buşon kapakları çıkartılmış ise işleme devam edilmez.
- 3) Araçlardaki akülerin kapasiteleri uyuyorsa ve elektrolitleri donmamışsa, çalışan araç diğer araca yaklaştırılır.
- 4) Her iki aracın el frenleri çekilir; otomatik vitesli araçlarda park vitesine, diğer araçlarda boşa alınır.
- 5) Her türlü gereksiz elektrik yükü ve ateşleme düğmesi kapatılır.
- 6) Çalışmayan aracın yer bağlantı kablosunun hangi kutba bağlı olduğu belirlenir ve not edilir. Bu kablo, aracın gövdesine veya motor bloğuna bağlanır.

- 7) Bağlantı her zaman arızalı akünün topraklanmamış kutbundan artıdan artıya veya eksiye eksiye olmalıdır.
- 8) İkinci tutturma kablosunun bir ucu iyi durumdaki akünün boşta kalan kutbuna tutturulur. İkinci kablonun boş ucu, çalışmayan aracın motor bloğuna aküden mümkün olduğunca uzak bir yerden bağlanır.



Şekil - 75. Aküden Aküye Takviye

- 9) Bağlantı sonrasında güvende ve araçlardan uzakta olunmalıdır.
- 10) Çalışır durumdaki aküyle araç 2 - 3 dk hızlı bir şekilde boşta çalıştırılır.
- 11) Arızalı aracın ateşleme düğmesi çevrilir. Motor döner, fakat çalışmazsa problem yalnızca akü kaynaklı değildir. Arızalı aracın motoru çalışmaya başlayıp ısındığında ve düzenli çalışmaya başladığında takviye yapan aracın motoru durdurulur.
- 12) Tersine işlemde ilk olarak arızalı aracın toprak bağlantısı ve kablonun diğer ucu sökülür. Sonra ikinci kablonun yardımcı aracın üzerindeki ucu çıkarılır.
- 13) Arızalı aracın tam şarj işlemi yapılması için servis istasyonuna götürülünceye kadar motor çalışır durumda tutulmalıdır.

11.AKÜLERDE ARIZA

Akülerde yaşanabilecek arızalar üretim ve kullanıcı kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılabilir.

11.1. Üretim Kaynaklı Arızalar

11.1.1. İç Yapıda Kopukluk

- a) Grift Kopuğu - Griftten Kurşun Akması
- b) Punto Kopuğu - Puntodan Kurşun Akması
- c) Plak Kopuğu - Plak Değmesi-Plağın Kaynak Tutmaması
- d) Yastık Kaynağı Kopuğu

11.1.2. Filtre Tıkanması

Görsel incelemede kutuda şişme görülür. Gaz çıkışı olamayacağı için, yüksek basınçtan dolayı patlama ile sonuçlanabilir.

11.1.3. Seperatör Hatası (Kısa Devre)

Görsel incelemede herhangi bir problem görülmez. Seperatörün delinmesi / katlanması sonucunda pozitif ve negatif plaklar birbirine değerek kısa devre meydana gelir.

11.1.4. Kutu / Kapak Kırığı

Görsel incelemede kutu veya kapaktaki kırık tespit edilebilir. Akü içerisindeki elektrolitin dökülerek akünün çalışmamasına ve aracın kaputu içerisindeki aksamaların zarar görmesine sebep olur.

11.2. Kullanıcı Kaynaklı Arızalar

11.2.1. Sülfatlaşma

Araçta alternatörün aküyü yeterince şarj edememesi, araçta elektrik kaçağı olması, aracın uzun süre kullanılmaması veya akünün yanlış depolama şartları gibi sebeplerle, sülfat bileşiklerinin elektrotlardan çözünmemesi sonucu oluşur. Sülfatlaşmaya bağlı olarak; yüksek şarj, pozitif plaka parçalanması, pozitif plaka dökülmesi problemleri meydana gelebilir.

11.2.2. Yüksek Asit

Akünün hücrelerindeki elektrolitin yoğunluğu birbirine yakın, $1,30\text{gr/cm}^3$ veya daha yüksek olmalıdır. Açık devre voltajı 12,5 – 13 V arasındadır. Voltmetre ile yük uygulandığında voltaj hızla düşer. Pozitif plaka kabarıyor ve negatif plakada aktif madde yumuşuyor, dökülme oluşuyor.

11.2.3. Yüksek Şarj

Akünün takılı olduğu aracın şarj sisteminden kaynaklanan bir hata sonucunda aşırı şarj etmesinden kaynaklanır.

Hücrelerdeki elektrolitin yoğunluğu birbirine yakın ve $1,28\text{ gr/cm}^3$ olmalıdır. Açık devre voltajı 12-12,5 V arasındadır. Yük altında voltaj farkı 10 V' dan hızla düşer. Plakalar bir süre aşırı şarja uğradıysa pozitif plakalar az bir basınçla bile kolayca kırılabilir.

11.2.4. Darbeye Bağlı Kırık

Akünün araca, doğru bir şekilde sabitlenmemesi sonrasında, akü üzerinde uygun olmayan işlemler (delik açmak, silikonla kapatmak vb.) yapılması ve sonucunda oluşabilir.

11.2.5. Kutup Başı Hasarı

Darbe, kopan kutup başına kaynak yapılması, yanlış ve gevşek bağlantı sonrasında kutup başının ark yaparak erimesi sonucu meydana gelebilir.

11.2.6. Deşarj

Akünün şarjının bitmesidir. Akü araç üzerinde deşarj şekilde veya uzun süre kullanılmadan bırakılmamalıdır.

11.2.7. Derin Deşarj

Akünün deşarj haldeyken uzun süre bekletilmesi ve şarj edilmemesidir. Bunun sonucunda plakalar sülfatlaşmaya başlar. Aracın uzun süre kullanılmaması, kısa mesafeli kullanılması, araca ek donanım takılması, araçta elektrik kaçağı olması, alternatörün 13,8 V'nin altında bir voltaj ile aküyü şarj etmesi diğer derin deşarj sebepleridir.

11.3. Arızalı Akülerin Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

11.3.1. Akülerde Arıza Nedenleri

Akünün kullanım şartlarının bilinmesi arıza tespitinde önemlidir.

- Akünün söküldüğü araç dışında veya başka amaçla kullanılması
- Aracın elektrik sisteminin yakın zamanda tamir edilmesi veya ayarlanması
- Aracın düzenli kullanılması veya uzun süre park yerinde bekletilmesi
- Aracın ateşleme sisteminin çalışma şartları
- Kullanılan akünün kapasite olarak araca uygun olmaması
- Aküye uzun süre bakım yapılmaması veya yüksek şarj sebebiyle akünün su kaybetmesi
- Aküye herhangi bir sebeple elektrolit veya su eklenmesi ve suyun kalitesi
- Araca uygun olmayan aksesuarların kullanımı sonucu aküye fazla veya eksik elektrik verilmesi

Bununla birlikte, akünün yaşının belirlenmesi de arızanın tespitinde önemlidir.

- Akünün servis verdiği sürenin uzunluğu o akünün normal hizmetini verdikten sonra veya bir sorun sonucunda arızalandığının belirlenmesini sağlar.
- Akü araca takılıp servis süresi başlatıldığında, bayi tarafından garanti kağıdının doldurulması ve arıza durumunda bu belgelerin kullanılması akünün servis ömrünün belirlenmesinde çok önemlidir. Arıza tespit işlemlerinde akü üzerindeki üretim tarihinin bilinmesi de akünün satılmadan önce beklediği sürenin tespitini sağlar.

11.3.2. Görsel Kontrol

Görsel kontrol, akünün arızalanmasının muhtemel sebeplerinin belirlenmesinde çok önemlidir.

a) Grift ve Kutup Başlarının Kontrolü

- Akünün kutup başları sağlam olmalıdır.
- Akünün kapağı kırıcı bir cihazla veya testere ile açıldığında grift (köprü) bağlantıları incelenebilir. Puntada, grifte veya kutup başlarının baş griftlerle birleştiği yerlerde kısa devre varsa voltmetre ile yük altında voltaj okunduğunda kısa devre olan yerden ses gelir. Griftlerin renk değişiminden de o gözdeki durum anlaşılabilir. Uzun süre deşarj durumunda beklemiş ve sülfatlaşmış hücrelerde griftler de sülfatlaşmaya başlar.

b) Akü Kutusu, Kapağı ve Buşonların Kontrolü

- Akü kutusu veya kapağı incelendiğinde görülecek delik, çatlak, sıcaklıktan kaynaklanan erime izleri, ezikler veya uzun süre titreşimde kaldığını gösteren izler incelenmelidir.
- Eksik veya kapatılmamış buşon kapakları, tıkanmış buşonlar veya buşon yerine kullanılmış yabancı maddeler arızaya sebep olabilir. Buşonun tıkanması akünün patlamasına, iyi kapatılmaması ise sızıntı ve akıntıya sebep olur.



Şekil - 76. Buşonların Kontrolü

c) Elektrolit Kontrolü

Elektrolit seviyelerinin plakaların altında olması ve su kaybının sürekli olması yüksek şarjın göstergesidir. Elektrolitin yoğunluğu kontrol edilerek o akü hücresinin durumu tespit edilebilir.

d) Seperatörlerin Kontrolü

- Buşon deliklerine bakılarak seperatörlerdeki kırılma veya yırtılmalar görülebilir.
- Bometrelerin doğru şekilde kullanılmaması, başka aletlerle karıştırılması seperatörlerin çatlamasına veya yırtılmasına sebep olabilir.
- Seperatörlerin yüzeyindeki kalıntı asit ve aktif maddeler yıkandıktan sonra incelenmelidir.
- Seperatör üzerindeki delik, çatlak, tıkanma, darbe izleri, seperatör parlak ışığa tutularak kontrol edilir.
- Akü deşarj durumda uzun süre kalırsa, kurşun sülfat seperatörün gözeneklerinde birikir ve şarj edildiğinde bu kurşun sülfatlar metalik kurşuna dönüşür ve kısa devreye sebep olur.

e) Plakaların Kontrolü

- Plakaların rengi arıza tespitinde önemlidir. Şarjlı bir aküde pozitif plakalar koyu renkli; negatif plakalar açık renklidir.

Pozitif Plakada;

- Aküde elektrolit seviyesinin düşük olması sonucu, kuru kalan bölgelerde plakaların yüzeyinde beyaz sülfat tabakası oluşur.
- Uzun süre kullanılmış akülerde aktif madde dökülür ve sonuçta akünün performansı azalır.
- Akü, aşırı şarja uğramışsa pozitif plakalar az bir basınçla bile ızgaraları ile birlikte kırılır.

- Sülfatlaşmış plakaların uzun süre şarj edilmesi sonucu plakalar kabarıp ve ızgaraların çerçevelerinde çatlamlar oluşur.
- Aküler uzun süre deşarj durumunda kalmışsa plakalar sertleşir ve üzerlerinde beyaz sülfat tabakası oluşur.

Negatif Plakada;

- Negatif plaka çizilerek kontrol edilirse plakada parlak metal bir çizgi oluşur. Eğer metalik parlaklık görülemezse plaka çalışamaz durumdadır.
- Tam şarjlı bir aküde negatif plakada aktif maddenin görünüşü kumlu ise bu plakanın işe yaramaz olduğunu gösterir.
- Negatif plakada beyazlaşma görülmüşse bu muhtemelen kurşun sülfatın birikmesi sonucudur. Bu sülfatlaşmanın sebebi akünün uzun süre deşarj durumunda kalması olabileceği gibi düşük elektrolit seviyesi de olabilir.
- Tekrarlanan yüzeysel şarj-deşarj çevrimlerinin sonucunda negatif plakada ciddi çatlaklar oluşur.

11.3.3. İade Akülerin Kontrolü

Kontroller sonucunda fiziki anlamda sağlam olarak belirlenen arızalı iade edilen aküler, değişken yük veren test cihazı ile kontrol edilir. Bu test aşağıdaki aşamalara göre uygulanır.

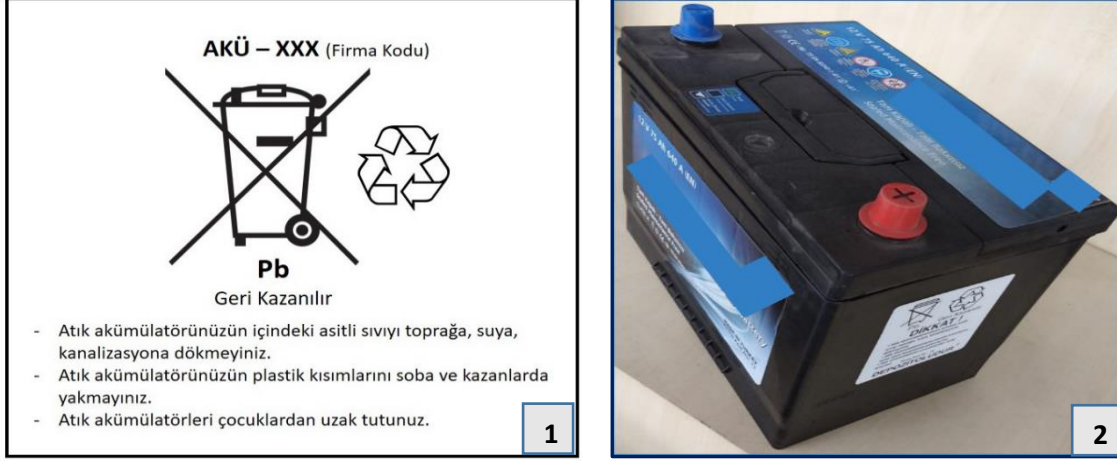
1. Uygulanan testlere göre sağlam olarak belirlenen akü tam şarjlı hale getirilir.
2. Test öncesi, akünün orta hücrelerinin sıcaklığı termometre ile ölçülür ve kaydedilir.
3. Yük altı test cihazında deşarj akımı 150A ayarlanarak 15 sn deşarj edilir.
4. Akünün üzerinde beyan edilen marş akımının yarısı ile akü 15 sn deşarj edilir ve 15 inci sn' deki voltaj değeri kaydedilir. Bu voltaj aşağıdaki Tabloda verilen akü sıcaklığı ve 15 inci sn' de olması gereken voltaja göre değerlendirilir. Voltaj değeri bu tabloda belirtilen değerlerin altında ise akü kullanılamaz durumdadır ve garanti kapsamında değerlendirilir. Voltaj değeri tabloda verileden yüksekse akü sağlamdır.

Akünün Orta Gözünde Okunan Elektrolitin Sıcaklığı	15. Saniyede Okunan Minimum Yük Altı Voltajı
21 °C ve üzeri	9.6
16 °C	9.5
10 °C	9.4
4 °C	9.3
-1 °C	9.1
-7 °C	8.9
-12 °C	8.7
-18 °C	8.5

Tablo - 3. Elektrolit Sıcaklığının Voltaja Etkisi

12. ETİKETLEME VE İŞARETLEME

Aküler ve ambalajları, üretim sırasında yapılan işaretleme ve etiketlemenin yanı sıra, Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü (APAK) Yönetmeliği ve ilgili TS EN Standardına göre de etiketlenip işaretlenerek piyasaya sürülürler.



Şekil - 77. APAK Yönetmeliği'ne Göre Akülerin ve Ambalajlarının Üzerinde Olması Gerekli Bilgi ve Semboller (1), APAK ve TS EN e Göre Etiketlenmiş Akü (2)

TS EN 50342-1 Standardına Göre Akülerin Yan Yüzeylerinden Birinde veya Üst Yüzeyinde Olması Gerekli Bilgi ve Semboller

- 1) İmalatçı / İthalatçı Unvanı, Adresi
- 2) Nominal Gerilim (V), Nominal Kapasite C20 (Ah), Nominal Marş Akımı Icc
- 3) Valf Ayarlı Aküler İçin "VRLA" İşareti
- 4) Üretim Tarihi, Su Tüketimi, Şarj Tutma, Dayanıklılık ve Titreşime Göre Gereksinim Seviyeleri
- 5) Altı Adet Renkli Uluslararası Güvenlik Sembolü



Şekil - 78. TS EN e Göre gerekli Semboller

13. AKÜNÜN ÖMRÜ VE ATIK YÖNETİMİ

- a) Aküye düzenli olarak bakım yapılması
- b) Aracın hangi iklimde kullanıldığı
- c) Aracın kaç kilometre yaptığı
- d) Aracın hangi sıklıkta kullanıldığı
- e) Araca sonradan eklenen aydınlatma gibi aksesuarlar

Kullanım ömrünü tamamlayan bir akü Atık Akü olarak adlandırılır.

Kurşun-kurşun bileşikleri, sülfürik asit ve plastik olmak üzere üç ana elemandan meydana gelen kurşun asit aküler, içerdikleri yüksek miktarda kurşun ve asit nedeniyle çevre mevzuatı gereği tehlikeli atık olarak tanımlanmıştır.

Tehlikeli atıklar genel olarak toksik, koroziflik, patlayıcılık, parlayıcılık ve çevre için tehlikeli özellikleri ile diğer atıklara göre daha dikkatli yönetilmesi gereken atık türüdür. Bu nedenle içerdikleri materyallerin çevreye etkilerini önlemek için atık akülerin geri kazanılması ve zararlı etkilerinin minimize edilmesi zorunludur.

Atık akülerin yönetimi ülkemizde 31.08.2004 tarih ve 25569 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanan ve kısa adı APAK olan Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde gerçekleştirilir.

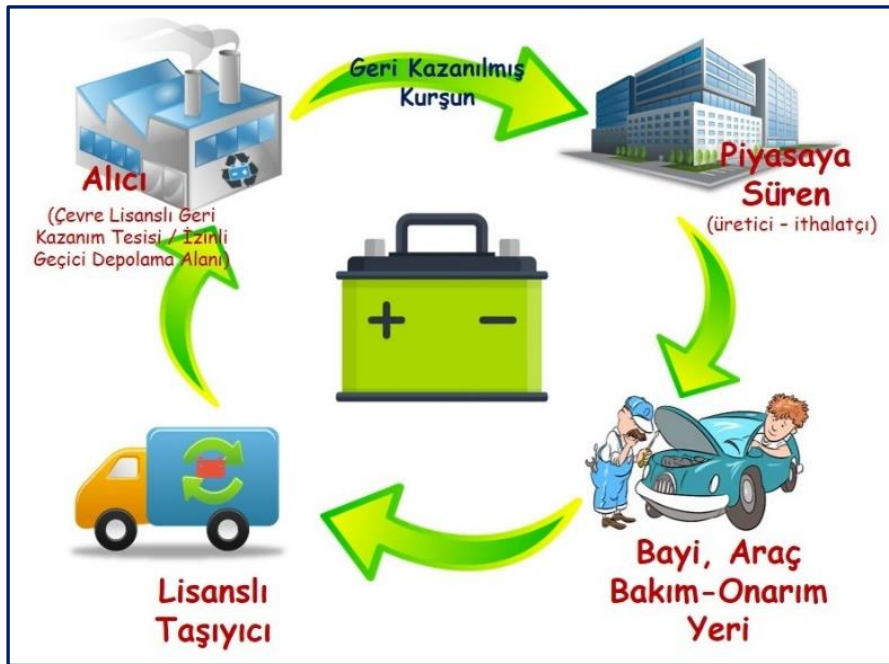
Akü değişimi esnasında servis istasyonlarına / araç bakım – onarım yerlerine teslim edilen atık aküler, mevzuat koşullarına göre sızdırmazlığı sağlanmış ve gerekli güvenlik önlemlerinin alındığı geçici depolama alanlarında en fazla beş adedi üst üste gelecek şekilde, paletler üzerinde; çatlak / kırık var ise aside dayanıklı sızdırmaz polipropilen kaplarda biriktirilir.



Bu alanda en fazla doksan gün bekletilen atık aküler ilgili mevzuat hükümlerine göre lisanslı ara depolama tesislerine ya da çevre izin ve lisanslı geri kazanım tesislerine gönderilir

Şekil - 79. Atık Haline Gelmiş Aküler

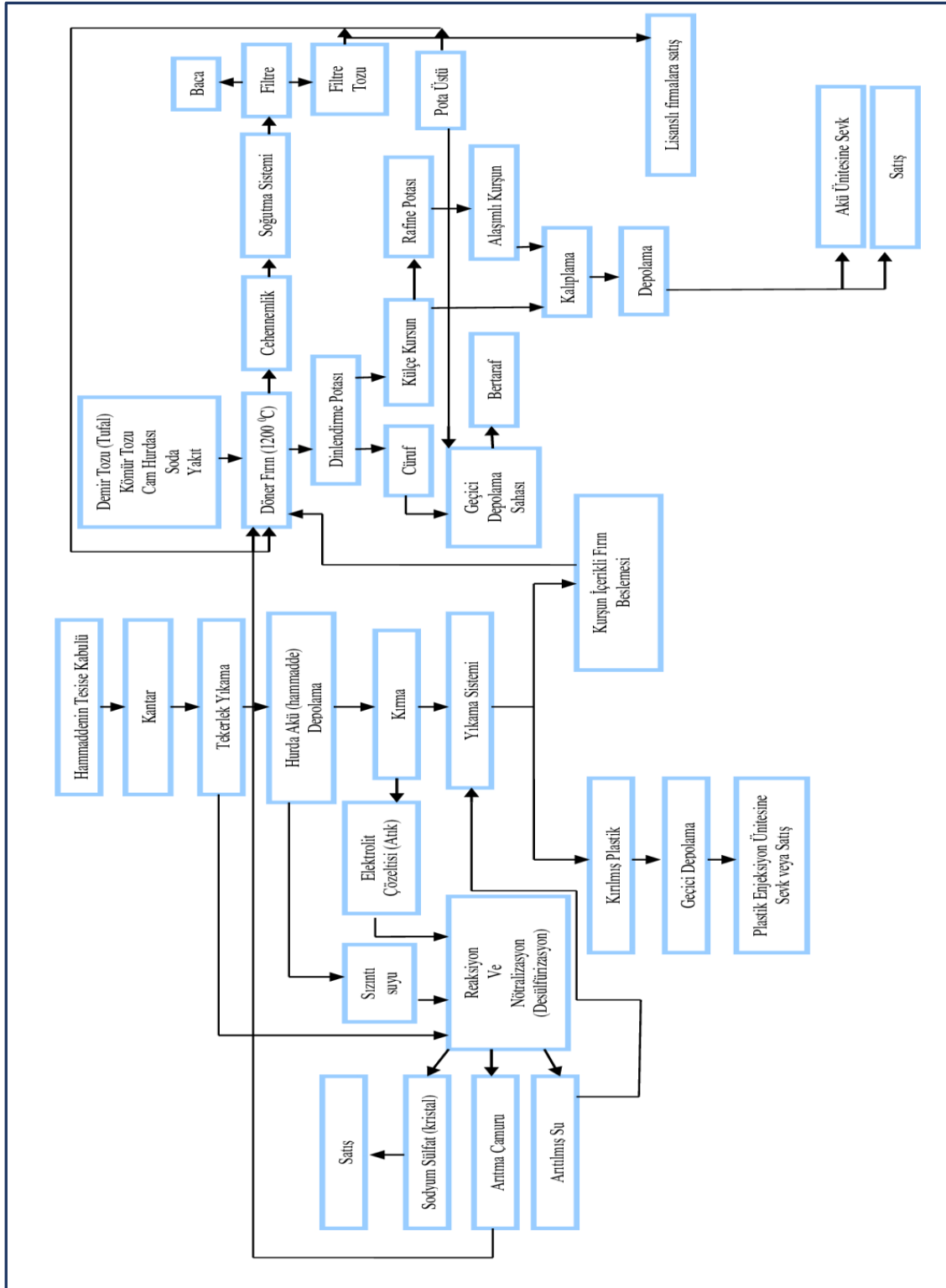
Yeni akü piyasaya sürümü ve atık akü yönetimi şematik görünümü Şekil-80 de verilmektedir.



Şekil - 80. Yeni ve Atık Akülerin Döngüsü

14. ATIK AKÜ GERİ KAZANIMI

Akü üretiminin ana girdisi saf kurşun ve kurşunlu bileşikleridir. Geri kazanım ile elde edilen kurşun, saf olarak ve gerektiğinde de alaşımlandırılarak akü üretiminde kullanılmaktadır. Hem hammaddenin temini hem de maliyetleri için geri kazanım sektöründen elde edilen akü, üreticiler için çok önemlidir.



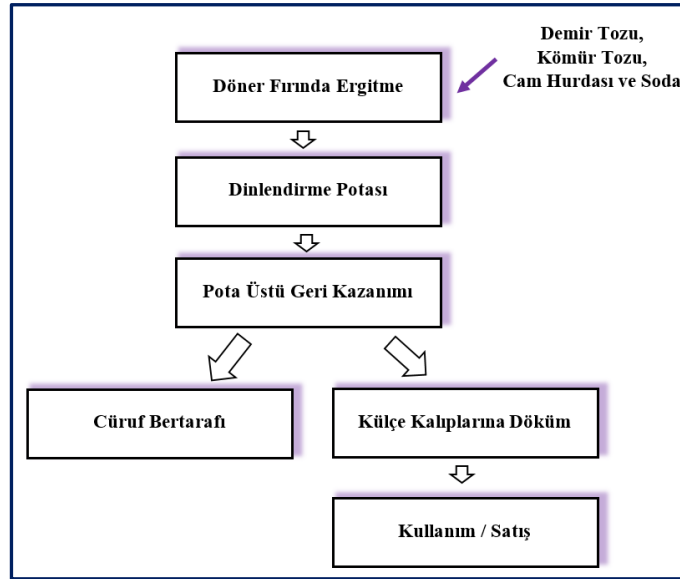
Lisanslı araçlarla geri kazanım tesisine getirilen atık aküler, araç ile birlikte kantarda tartılır. Tartılan araçların tekerlekleri yıkanır. Yıkama işleminden sonra atık aküler araçtan alınır ve güvenli bir şekilde geçici olarak depolanır.

Geri kazanım bandına alınan aküler kırma işlemine tabi tutulur. Yıkama işlemi için havuza alınan akülerin kurşun / kurşun bileşikleri ve plastikleri ayrıştırılır.



Şekil - 82. Geri Kazanım Tesisine Getirilen ve Banda Alınan Atık Aküler

14.1. Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Geri Kazanımı



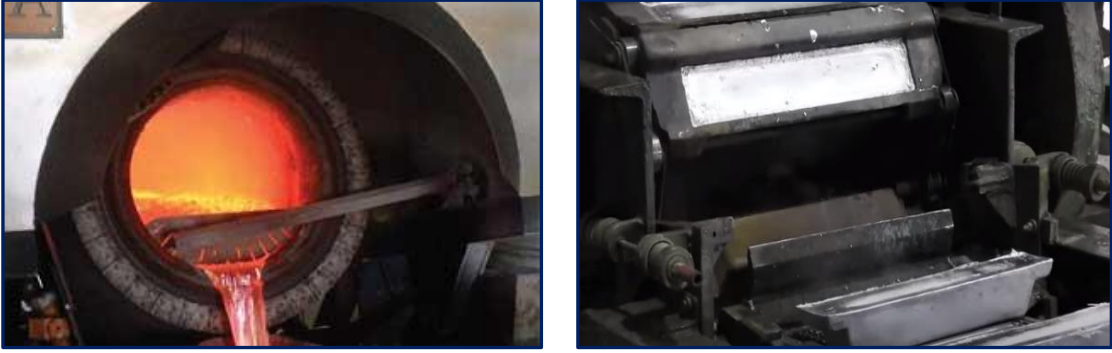
Şekil - 83. Kurşun ve Kurşun Bileşikleri Geri Kazanımı İş Akış Şeması

1. Yıkama sisteminde dibe çöken kurşun / kurşun bileşikleri, sızdırmaz kaplarda / zeminde depolanır. Ergitmek üzere uygun yakıt ile sıcaklığı 1.200 °C' ye ulaştırılmış döner fırına alınır. Ergitme fırınına demir tozu (toful), kömür tozu, cam hurdası ve soda ilave edilerek verimlilik artırılır.



Şekil - 84. Ergitme Fırını

2. Ergitilen kurşun dinlendirme potasına alınır. Yüzeyde biriken cüruflar sıyrılır. Cürufların pota üstünde kalan kısmı tekrar geri kazanılmak üzere döner fırına gönderilir.



Şekil - 85. Ergitilen Kurşunun Kalıplara Dökülmesi ve Yüzeydeki Cürufların Sıyırılması

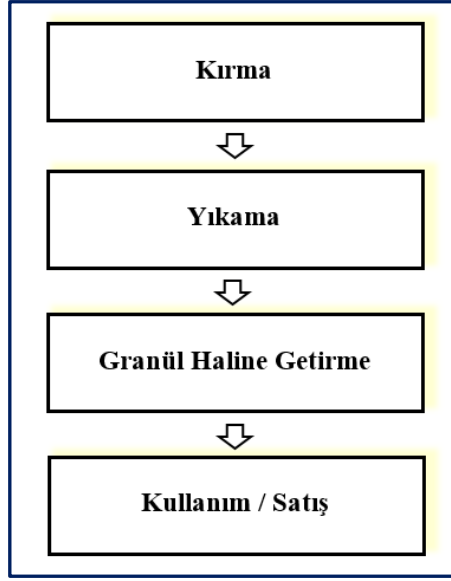
3. Geri kazanılamayan kısım (cüruf) Tehlikeli Atık Geçici Depolama alanında depolanır ve sonrasında bertaraf tesisine gönderilir.
4. Dinlendirme potasında sıvı halde bulunan saf kurşun çıkarılır, külçe haline getirilmek üzere kalıplara doldurulması sağlanır ve katılma işlemi sonrasında külçe halinde depolanır.



Şekil - 86. Kalıp Haline Getirilmiş Kurşunlar

5. Özel kullanım için alaşımlı kurşun istenmesi halinde, sıvı kurşun rafine potasına alınır. Saf kurşuna antimuan, kalay, bakır, nikel vb. ilave maddeler katılarak alaşımlı kurşun elde edilir. Alaşımlı kurşun kalıplarda külçe haline getirilir ve depolanır.
6. Depolanan saf ve alaşımlı külçe kurşun, akü ünitesinde kullanılır veya satışı gerçekleştirilir

14.2. Atık Plastiklerin Geri Kazanımı



Şekil - 87. Plastik Geri Kazanımı İş Akış Şeması

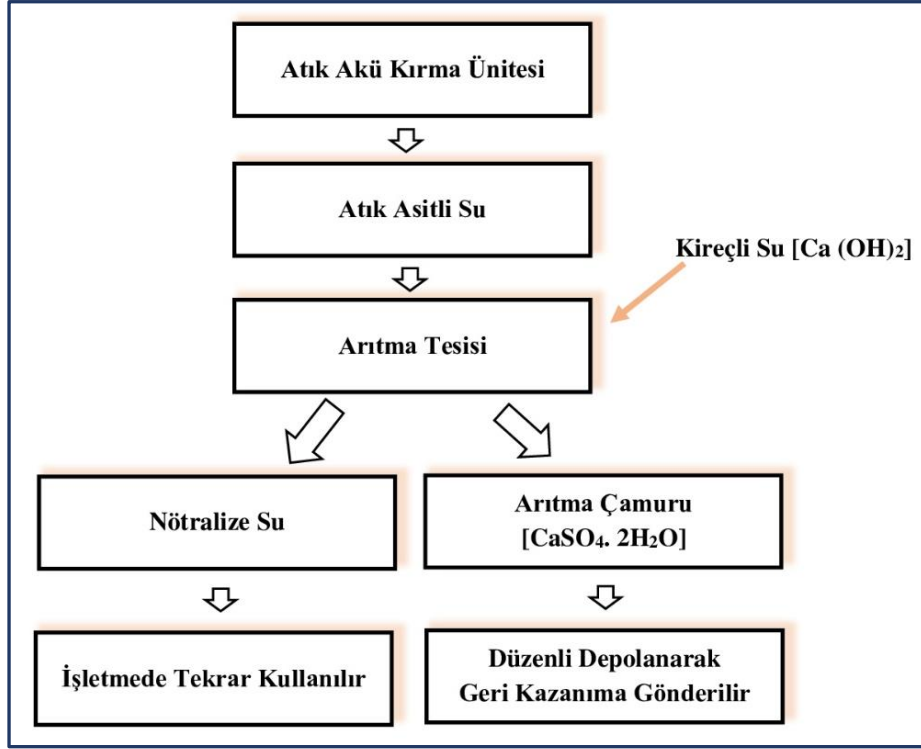
1. Atık akü geçici depolama alanından geri kazanım bandına alınan ve kırma işleminden geçirilen plastikler, asitli su ve kurşun içerikli madde kalmayacak şekilde yıkanır.
2. Asitlik ve tehlikelilik özelliği giderilen plastikler granül haline getirilerek depolanır.
3. Akü imalatında tekrar kullanılmak üzere plastik enjeksiyon ünitesine alınır ya da gıda sektörü haricinde diğer kullanım yerlerine satışa sunulur.



Şekil - 88. Geri Kazanılmış Plastik

14.3. Atık Çözelti Geri Kazanımı

1. Atık aküleri taşıyan araçların tekerlek yıkama suyu, depolama sonucu oluşan sızıntı suyu ve kırma işleminde açığa çıkan atık elektrolit çözeltisi (asitli, kurşun bileşikli atık sular) arıtma işleminden (nötralizasyon / desülfürizasyon) geçirilir ve arıtılmış su elde edilir.
2. Arıtılmış su, yeniden yıkama sistemine alınarak proste kullanılır.



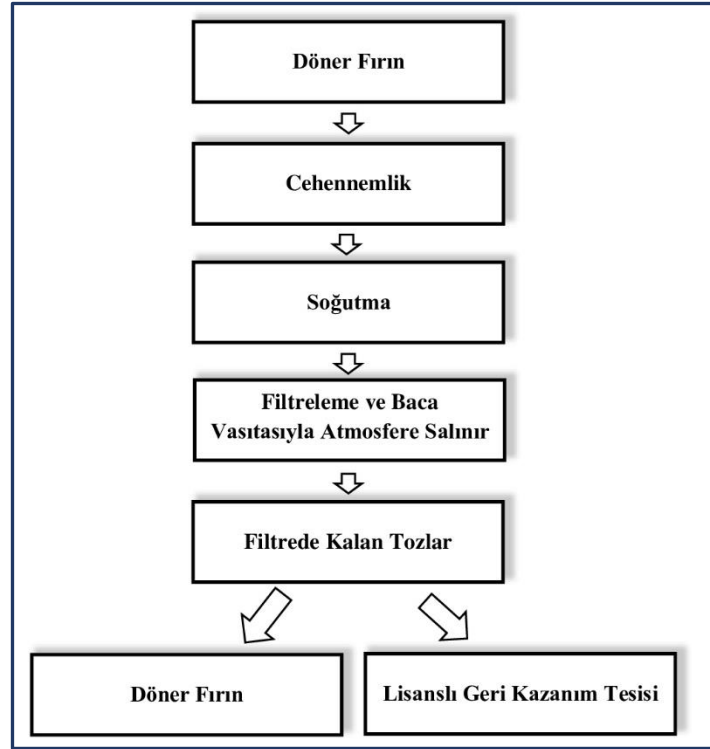
Şekil - 89. Asitli Su Arıtımı İş Akış Şeması

3. Nötralizasyon / desülfürizasyon işlemi sonucu oluşan arıtma çamuru, kurşun / kurşun bileşikleri içerdiğinden tekrar döner fırına gönderilir ve içerisinde bulunan kurşun geri kazanılır. Kalan bakiye atık, tehlikeli atık olarak bertarafa gönderilir.
4. Arıtma işlemi sonrasında oluşan sodyum sülfat (kristal) ise depolanır ve ambalajlanarak satışa sunulur.



Şekil - 90. Asitli Suyun Arıtımı

14.4. Emisyon Yönetimi



Şekil - 91. Emisyon Yönetimi İş Akış Şeması

1. Döner fırındaki ergitme sonucu kurşun / kurşun bileşiklerinden oluşan emisyonlar cehennemlik ve soğutma sisteminden geçirilir. Filtrelenerek bacalar vasıtasıyla atmosfere bırakılır.
2. Filtre sisteminde tutulan tozların içerisinde kalan kurşun ise değerlendirilmek üzere döner fırına gönderilerek tekrar geri kazanılır ya da lisanslı geri kazanım tesislerine sevk edilir.

15.GERİ KAZANIMIN ÖNEMİ, SIFIR ATIK VE DÖNGÜSEL EKONOMİ

Atık akülerin gelişigüzel atılması veya mevzuatlara aykırı biçimde toplanarak depolanması, zamanla deforme olan ve kırılan akülerden kurşun ve kurşun bileşikleri ile kurşunla kirlenmiş sülfürik asidin alıcı ortama karışmasına neden olur. Bu durum hem toprak hem de yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kullanılamaz hale gelmesine yol açar.

Ayrıca atık akülerin gelişigüzel yakılması sonucunda kül içinde kalan kurşun, açığa çıkan baca gazlarından dolayı havadaki kurşun emisyonunun artmasına ve hava kirliliğine sebebiyet verir.



Şekil - 92. Toprağa Bırakılmış Atık Akü

Plastikler de su ve toprak kirlenmesi açısından çevre sağlığını tehdit edici unsur oluşturduklarından atık akülerde bulunan plastiklerin de geri kazanılması önemlidir.

Dünyada kurşun metalinin üretimi iki kaynaktan sağlanır:

- Birincil kaynak: Madencilik faaliyetleri sonucu doğadan yapılan üretim,
- İkincil kaynak: Atık aküden geri kazanım yoluyla yapılan üretim.

Mevcut teknolojimiz ile bugün geri kazanıma giren atık akülerden en fazla %75 oranında kurşun, %12 oranında plastik ve %13 oranında sıvı elde edilebilmektedir.

Geri kazanımdan elde edilen kurşun başta akü imalatında olmak üzere, mühimmat imalinde, yeraltı kablo izolasyonunda, mimaride, benzin içinde oktan ayarlayıcı bileşik olarak, radyasyonu az geçiren metal olması nedeniyle x-ışınlarından korunmada;

Plastikler başta yine akü sektöründe akü kabı ve seperatör yapımında hammadde olarak ve gıda sektörü haricindeki diğer ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır.

Nötralize edilen atık sudan ise tekrar proseste faydalanılır.

İsrafın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık miktarının azaltılmasını, atığın kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını hedefleyen Sıfır Atık Yönetimi çerçevesinde gerçekleşen geri kazanım faaliyeti ile, çevrenin ve canlı hayatının korunmasının yanı sıra, tedarikte dışa bağımlılığın azalması sağlanır.

Ayrıca, kurşunun ikincil kaynaktan elde edilmesiyle birincil kaynaktan elde edilmesi için harcanan enerjinin yaklaşık 1/3 i tasarruf edildiğinden enerji israfının da önüne geçilir.

Bununla birlikte geri kazanımdan elde edilmiş kurşun ve diğer malzemelerden imal edilip pazara sürülen yeni akünün, ömrünü tamamladıktan sonra tekrar geri kazanıma girmesi ve yeniden akü hammaddesi haline gelmesi Döngüsel Ekonomi Sisteminin güzel bir örneğini sergiler.



Şekil - 93. Geri Kazanım ve Döngüsel Ekonomi

KAYNAKÇA

- Akümülatör ve Geri Kazanım Sanayicileri Derneği (AKÜDER), Akümülatör Yönetimi Mesleki Eğitim Projesi Ders Notları (2013)
- Bülbül Akü ve Malzemeleri San. Tic. A.Ş., Kimyasal Atık Su Arıtma Tesisi Çalışma Prensipleri ve İşletme Talimatnameleri (2017)
- Erdem, E. (2010), Metal Silindir Üzerinde Akü Plakası Sıvama Makinası Tasarımı – Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ü. Müh. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Müh. Böl.
- Esan Akü ve Malzemeleri San. Tic. A.Ş., Nihai ÇED Raporu (2014)
- Mutlu Akü ve Malzemeleri San. Tic. A.Ş., Teknik Eğitim Kitabı (2019)
- Start Akü San ve Tic. A.Ş., Traksiyoner Akümülatör Üretim Sunumu (2022)
- TAB Tovarna Akumulatorskih Baterij, Traksiyoner Akümülatör Üretim Sunumu (2022)
- Yiğit Akü Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş., Nihai ÇED Raporu (2018)
- Aküder - Tanıtım Filmi (2012) - Youtube (2012)
- Akü Sözlüğü | İnci Akü (inciaku.com) (2022)
- Akülerin Ömrünü Etkileyen Faktörler Nelerdir? - Blog | İncitaş (incitas.com.tr) (2022)
- Akü Ömrü Kaç Yıl | Akünün Bittiği Nasıl Anlaşılır | Otopratik (2022)
- Enveloping Stacking Agm Batteries - YouTube (2014)
- Traksiyoner_Katalog_S (mutlu.com.tr) (2021)
- Q Power First Battery Factory In Qatar, How Battery Are Made ?, Cars Batteries - YouTube (2019)