



**DÜZCE**  
UNIVERSITY

UMYOS  
International Vocational  
Schools Symposium



# INTERNATIONAL VOCATIONAL SCHOOLS

**UMYOS'23**

**SYMPOSIUM**

Düzce Vocational School / Düzce -TÜRKİYE

## SYMPOSIUM PROCEEDINGS BOOK

**Basic Approaches in Vocational Education**

**Applied Training in Vocational Education**

**Vocational Education in the Context of Employment**

**The Future of Vocational Education**

**Future Professions and Vocational Education**

**Vocational Education for Competitiveness**

**Studies in Technical Sciences**

**Studies in Social Sciences**

**Studies in Fine Arts**

ISBN: 978-605-71407-8-4

## ***Preface***

UMYOS, organized since 2001, is one of the most established organizations on vocational and technical education. Vocational and technical education, which has become more important today, includes all important concepts such as training qualified individuals, meeting the workforce needs of the sectors, and increasing production and service standards. This is why sharing all current developments, problems and solutions to these problems on this important issue is critically important. UMYOS is organized regularly to serve this important purpose.

The main objectives of the event are to develop a detailed perspective on important issues such as evaluation of new approaches to vocational education, examination of new suggestions for the education curricula of vocational school students, analysis of business models such as internship/workplace training/part-time work, and studies to promote vocational education.

In order to contribute to these important goals and objectives, the "11<sup>th</sup> International Vocational Schools Symposium", held between 5-7 October 2023, reached a significant number of participants with 110 oral presentations and 60 personal/mixed exhibitions. UMYOS'23 appealed to a wide audience with participants from 40 different universities. Endless thanks to all stakeholders who supported the successful completion of the symposium.

***UMYOS'23 Organization Committee***

# ***Committees***

## **HONOR COMMITTEE**

Prof. Dr. Nedim Sözbir	Rector of Düzce University
Prof. Dr. İlhan Genç	Vice Rector of Düzce University
Prof. Dr. Ali Öztürk	Vice Rector of Düzce University
Prof. Dr. Serkan Torun	Vice Rector of Düzce University

## **ORGANIZATION COMMITTEE**

Dr. Ali Etem Gürel (Chair of the symposium)	Düzce University
Dr. Gökhan Yıldız (Co-Chair of the symposium)	Düzce University
Dr. Filiz Dursun (Co-Chair of the symposium)	Düzce University
Dr. Yunus Biçen	Düzce University
Dr. Ümit Yurt	Düzce University
Dr. Ümit Ağbulut	Düzce University
Dr. Alper Ergün	Karabük University
Dr. Zafer Cingiz	Düzce University
Dr. Hüseyin Bakır	Doğuş University
Seymen Çiftçi	Düzce University
Hüseyin Aydın	Düzce University

## **SCIENTIFIC COMMITTEE**

Dr. Abdulkadir Cengiz	Kocaeli University
Dr. A. Abu-Siada	Curtin University
Dr. Akif Keten	Düzce University
Dr. Alaattin Akyar	Düzce University
Dr. Arif Güngör	Düzce University
Dr. Aydın Bağdat	Sakarya University of Applied Sciences
Dr. Aydın Şenol	Sakarya University of Applied Sciences
Dr. Ayhan Aytin	Düzce University
Dr. Aykut Yılmaz	Sakarya University of Applied Sciences
Dr. Aysel Güven	Başkent University
Dr. Ayşe Soy Temür	Düzce University
Dr. Bahri Aksu	Karabük University
Dr. Benjamin Durakovic	International University of Sarajevo
Dr. Cengizhan Yıldırım	Bolu Abant İzzet Baysal University
Dr. Cüneyt Uysal	Karabük University
Dr. Deepenraj Balakrishnan	Prince Mohammad Bin Fahd University
Dr. Elif Öğüt	Kocaeli University
Dr. Emine Şirin	Düzce University

Dr. Enes Aslan	Düzce University
Dr. Engin Nas	Düzce University
Dr. Engin Özdemir	Kocaeli University
Dr. Enver Küçükkülahlı	Düzce University
Dr. Ertuğrul Filiz	Düzce University
Dr. Fadime Öğülmüş Demircan	Düzce University
Dr. Faruk Aras	Kocaeli University
Dr. Fatih İlkbahar	Düzce University
Dr. Ferzan Katırcıoğlu	Düzce University
Dr. Fisun Kaşkir Kesin	Düzce University
Dr. Furkan Düzenli	Düzce University
Dr. Gökhan Baral	Sakarya University of Applied Sciences
Dr. Gülsüm Yıldırım	Düzce University
Dr. Gülşah Akıncıoğlu	Düzce University
Dr. Gülşen Goncagül	Bursa Uludağ University
Dr. Gümüş Funda Gökçe	Düzce University
Dr. Günay Temur	Düzce University
Dr. Hakan Burçin Erdoğan	İzmir Kavram Vocational School
Dr. Hakan Fehmi Öztop	Fırat University
Dr. Hasan Akan	Düzce University
Dr. Hasan Eleroğlu	Sivas Cumhuriyet University
Dr. Hasan Saltuk Durak	Düzce University
Dr. Hitesh Panchal	Government Engineering College, Patan
Dr. Hülya Kırkıcı	University of South Alabama
Dr. Hüseyin Bayraktar	Düzce University
Dr. İbrahim Korkmaz	Düzce University
Dr. İbrahim Külünk	Düzce University
Dr. İlkey Ejder Erturan	Düzce University
Dr. İsmail Koç	Sakarya University of Applied Sciences
Dr. İsmail Koyuncu	Afyon Kocatepe University
Dr. Kazım Özkan Ertürk	Düzce University
Dr. Mehmet Akif Öncü	Düzce University
Dr. Mehmet Onur Karaağaç	Sinop University
Dr. Mehmet Selami Yıldız	Düzce University
Dr. Menderes Kam	Düzce University
Dr. Meral Kekeçoğlu	Düzce University
Dr. Murat Ayaz	Kocaeli University
Dr. Murat Bulut	Düzce University
Dr. Mustafa Karagöz	Karabük University
Dr. Mustafa Kayıkçı	Düzce University
Dr. Münir Uçak	Düzce University
Dr. Nuran Akyurt	Marmara University
Dr. Nursel Altan Özbek	Düzce University
Dr. Ömer Faruk Özgür	Düzce University
Dr. Önder Ulu	Düzce University
Dr. Pınar Uyan	Bilecik Şeyh Edebali University

Dr. Ramazan Açıkgöz  
Dr. Recep Kılıç  
Dr. Resul Kara  
Dr. Sabri Uzuner  
Dr. Sait Eser Karlık  
Dr. Serap Bayram  
Dr. Serdal Arslan  
Dr. Serkan Çalışkan  
Dr. Serkan Sezen  
Dr. Sezayi Yılmaz  
Dr. Sıtkı Akıncıoğlu  
Dr. Sinan Çıkmak  
Dr. Şenol Şirin  
Dr. Tahir Çetin Akıncı  
Dr. Tuğba Güner  
Dr. Tuncay Kap  
Dr. Turan Şişman  
Dr. Ümit Kılıç  
Dr. Volkan Kırmacı  
Dr. Yeliz Baş  
Dr. Yusuf Arslan  
Dr. Yusuf Çilliyüz

İstanbul Gelişim University  
Sakarya University of Applied Sciences  
Düzce University  
Düzce University  
Bursa Uludağ University  
Düzce University  
Harran University  
Kırklareli Üniversitesi  
Kocaeli University  
Karabük University  
Düzce University  
Düzce University  
Düzce University  
İstanbul Technical University  
Düzce University  
Düzce University  
Osman Technical University  
Düzce University  
Bartın University  
Düzce University  
Düzce University  
Bilecik Şeyh Edebali University

## ***Editors***

Dr. Ali Etem Gürel  
Dr. Ümit Ağbulut  
Dr. Gökhan Yıldız

## **ISBN**

**978-605-71407-8-4**

*Düzce, Türkiye*

## Contents

Preface.....	ii
Committees.....	iii
Editors .....	vi
İnsansız Hava Aracı Teknolojisi ve Operatörlüğü Programı: Sorunlar ve Çözüm Önerileri.....	1
Elektrikli Araçlarda Hızlı Şarj Teknolojilerinin Batarya Ömürlerine Etkileri.....	6
İdarenin Sportif Faaliyetleri Hakkında İnceleme: “Üniversiteler” .....	17
MANET'te Küme Başı Seçimi ve Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması.....	24
2022 Yılında Türkiye’de Meydana Gelen İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Analizi.....	31
On The Equations $Rn = dPm$ and $Pn = dPm$ in Perrin and Padovan Numbers.....	42
Meyve Ayırıştırma Otomasyonu; Görüntü İşleme Mekanizma Tasarımı.....	49
Taguchi Yöntemi Kullanılarak Seramik Tozu Atığı ile Üretilen Alkali Aktivasyonlu Kompozitlerin Tasarlanması.....	56
Okul-Aile Birliğine Yönelik Veli ve Sınıf Öğretmeni Görüşleri .....	63
Meslek Yüksekokullarında Eğitim ve Ölçme-Değerlendirmede Kalite .....	75
Eskişehir’de Uygulamalı Kilim Kültürünü Yaşatan Bir Müze.....	87
Kamu Yönetişimi Açısından Meslek Yüksekokullarında Müfredat Oluşturma: Nüfus ve Vatandaşlık Programı Örneği.....	94
Yaratıcılık Kavramının Mobilya Tasarımı Süreci Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış .....	101
Türkiye’deki Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Ön Lisans Programlarına Yerleşen Öğrencilerin Lise Mezuniyet Alanları Bakış Açısından İncelenmesi.....	121
Meslek Yüksekokullarında Kalite Çalışmaları: Arsin Meslek Yüksekokulu Örneği.....	125
Sosyal Güvenlik Programı Müfredat Analizi .....	134
Mesleki Eğitimde Dijital Oyunlaştırmanın Önemi .....	140
Sivrihisar’ın Tarihi, Yapıları ve Saat Kulesi .....	148
Ağız ve Diş Sağlığı Teknikerleri İçin Modern Eğitim Modeli Önerisi.....	154
Malzemenin Hacmini Etkileyen Büzgü Tekniği ile Kumaş Yüzeyi Desenlendirme .....	160
Tekstil Terbiyesinde Su Kullanımının Azaltılması ile Tekstil Endüstrisinde Yeşil Dönüşüm .....	171
Estimation of Global Solar Radiation on Horizontal Surface Used Meteorological Dataset.....	183
Gün İçi Elektrik Spot Piyasasında Kısa Süreli Fiyat Tahmini.....	190
Grafik Tasarım Öğrencilerinin Tasarım Faaliyetlerindeki Duyuşsal Farkındalıklarına İlişkin Görüşleri .....	196
Başkent Üniversitesi Kahramankazan Meslek Yüksekokulunda Uygulanan 3+1 İş Yeri Uygulaması Eğitim Modelinin 2022-2023 Akademik Yılı Kapsamında Değerlendirilmesi .....	205
Raylı Sistemler Eğitim Programlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Yaklaşım.....	212
Mesleki Eğitimde Yeni Trend “Hibrit Mesleki Eğitim” .....	218

Mezun Durumdaki Yaşlı Bakım Programı Öğrencilerinin Meslek Algısı ve Beklentileri: TKNÜ Örneği.....	223
Assessment of Professional Practice Courses in Medical Documentation and Secretariate Associate Degree Programs in Turkey.....	228
Sosyal Güvenlik Programı ve Kamuda Kariyer Olanğı .....	238
İndiksiyon Kaynağıyla E235+N ve 11SMnPb30+C Malzemelerinin Birleştirilmesinde Parametrelerin Kaynak Dikişi Mekanik Özelliklerine Etkisi.....	244
A Case Study with a Tool (Selenium) and Framework (Cucumber) for Testing Web Environments .....	250

## ***Elektrikli Araçlarda Hızlı Şarj Teknolojilerinin Batarya Ömürlerine Etkileri***

*İzzet Emre Karsavuran, Yusuf Çilliyüz*

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilecik/Türkiye  
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Meslek Yüksekokulu / Elektrik ve Enerji Bölümü, Bilecik /Türkiye.

### **ÖZET**

Elektrikli araçların en kritik bileşenlerinden biri olan bataryaların şarj süreleri, gelişen teknolojinin önündeki en büyük engellerden biridir. Elektrikli araç teknolojisi ile ilgilenen firmalar yoğun bir şekilde bataryaları daha hızlı şarj etmenin yöntemlerini aramakta ve çeşitli çözümler üretmektedirler. Bu yönde yapılan çalışmalar ışığında araç bataryalarının şarj süreleri 15 dakikaya kadar indirilmiştir. Elektrikli araç bataryalarında önem arz eden bir diğer konu ise bataryaların çevrim sayılarıdır. Bataryaların çevrim sayılarının yüksek olması, üretici açısından değerlendirildiğinde elektrikli araçlara olan ilgiyi arttıran, tüketici açısından değerlendirildiğinde bataryanın uzun yıllar kullanımı ile maliyeti azaltan, doğa açısından değerlendirildiğinde ise atık madde miktarını düşüren önemli bir etkidir. Bu çalışmada elektrikli araçlarda yaygın olarak kullanılan beş batarya teknolojisi için (Kurşun Asit Bataryalar (Pb-acid), Nikel-Kadmiyum Bataryalar (Ni-CD), Nikel-Metal Hidrit Bataryalar (NiMH), Lityum İyon Bataryalar (Li-Ion), Lityum Demir Fosfat Bataryalar (LDF) ) hızlı şarj uygulamaları ve bu uygulamaların çevrim sayılarına olan etkileri incelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** *Bataryalar, Batarya Çevrim Sayıları, Elektrikli Araçlar, Hızlı Şarj Teknolojisi.*

### **I. GİRİŞ**

Hızlı şarj teknolojilerinin batarya ömürlerine doğrudan veya dolaylı yoldan etkileri bulunmaktadır. Bataryalar için şarj topolojileri geliştirilirken, bataryaların kimyasal yapıları göz önünde bulundurulur. Hücre içerisindeki kimyasal yapının hızlı şarja vereceği tepki veya tepkiler, şarj algoritmalarının hangi temeller üzerinde şekilleneceğini belirler. Bu kapsamda, bataryaların kimyasal yapılarının farklılık göstermesi, çeşitli şarj topolojilerinin gelişmesine yol açmıştır. Bu topolojilerde ortak amaç, bataryaların kimyasal yapılarına zarar vermeden enerji aktarımı yapabilmektir. Bu işlemler topolojinin yapısına göre hızlı veya yavaş olarak gerçekleşebilir. Bataryaların elektrikli araçlarda kullanımının artması hızlı şarj topolojilerine olan ilgiyi de arttırmıştır. Özellikle elektrikli araçların ticari kullanımının önünün açılması, hızlı şarj teknolojilerinin gelişmesi ile mümkün olacaktır. Bu bağlamda ticari kullanım alanları için bataryaların hızlı şarj edilebilirliği, uzun ömürlülüğünden daha fazla önem arz etmektedir. Elektrikli araçları ticari amaçla kullanmayan müşteriler için hızlı şarj bir opsiyon olarak görülebilir. Yapılan araştırmalardan zaman sınırının olmadığı durumlarda, araçların hızlı şarj opsiyonu kullanılmadan şarj etmenin uzun kullanımdaki etkileri incelenmektedir.

### **II. MATERYAL METOT**

Bu çalışmada beş farklı elektrikli araç bataryası teknolojisi incelenmiştir:

- Kurşun Asit Bataryalar (Pb-acid)
- Nikel-Kadmiyum Bataryalar (Ni-CD)
- Nikel-Metal Hidrit Bataryalar (NiMH)
- Lityum İyon Bataryalar (Li-Ion)
- Lityum Demir Fosfat Bataryalar (LDF)

Bu bataryalar, hızlı şarj teknolojilerinin bataryaların çevrim sayılarına olan etkilerini değerlendirmek üzere elektrikli araçlarda yaygın kullanılan bataryalar arasından seçilmiştir.

Bu çalışma, mevcut bilimsel makaleler, batarya veri sayfaları, endüstri raporları ve güvenilir web kaynakları gibi çeşitli literatür kaynaklarını inceleyerek gerçekleştirilmiştir. Elektrikli araç bataryalarının hızlı şarj teknolojileriyle ilgili mevcut durum ve teknolojik gelişmeler hakkında detaylı bir literatür taraması yapılmıştır.

Literatür taraması sonucunda elde edilen veriler, elektrikli araç bataryalarının farklı tiplerinin hızlı şarj teknolojilerine olan duyarlılıklarını değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu veriler, bataryaların çevrim sayıları üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla derlenmiştir.

Bu veriler, ağırlıklı olarak nitel analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Farklı hızlı şarj teknolojilerinin bataryaların kimyasal yapısına etkileri, literatürdeki uzman görüşleri ve analizler doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Böylece, elektrikli araç bataryalarının hızlı şarj teknolojileriyle ilişkisi değerlendirilmiş ve literatürdeki bulgular ışığında sonuçlara ulaşılmıştır.

#### A. Bataryalar için Kullanılan Terimler

- Nominal Gerilim: Bataryalarda nominal gerilim, tamamen dolu bir bataryanın nominal deşarj akımıyla tamamen boşaltıldığında, deşarj anındaki ortalama gerilimini ifade eder.
- Enerji Yoğunluğu: Bataryalardaki enerji yoğunluğu, birim hacimde depolanan enerji miktarını gösterir. Enerji yoğunluğu, özellikle elektrikli araç bataryaları için en önemli parametrelerden biridir.
- Çevrim Sayısı: Batarya üreticileri tarafından tasarımda belirlenen kapasitesinin %80 seviyesine inmesi için gereken şarj – deşarj sayısı çevrim sayısı olarak tanımlanır. Basitçe bataryanın kullanım ömrünü ifade eden bir terimdir.
- Hafıza Etkisi: Bataryaların kısmen boşaldıktan sonra tekrar tekrar şarj edildiklerinde maksimum enerji kapasitelerini kademeli olarak kaybetmeleri durumunu açıklar.
- Çalışma Sıcaklıkları: Bataryaların hangi sıcaklık aralıklarında verimli olarak çalışabileceğini ifade eden değerlerdir.
- Stres: Bataryalarda "stres" terimi, bataryanın maruz kaldığı zorlanma, baskı veya olumsuz dış etkilere karşı verdiği tepkiyi ifade eder. Bu, bataryanın ömrü, performansı ve güvenliği için önemli bir parametredir.
- Gaz Çıkışı: Batarya şarj edilirken, hücre içerisinde gerçekleşen kimyasal tepkimeler sonucunda açığa çıkan gaz miktarını ifade eder. Bu tepkimeler sırasında, bataryanın yapısında bulunan kimyasallara göre değişkenlik gösteren, hidrojen, oksijen gibi çeşitli gazlar oluşabilir. Hücre içerisinde biriken gaz, belirli bir basınca ulaştığında hücre dışına tahliye edilmelidir.
- C: Genellikle amper saat (Ah) olarak ölçülen bir bataryanın kapasitesini belirtir ve mevcut batarya içindeki aktif malzeme miktarını gösterir.

#### B. Kurşun Asit Bataryalar

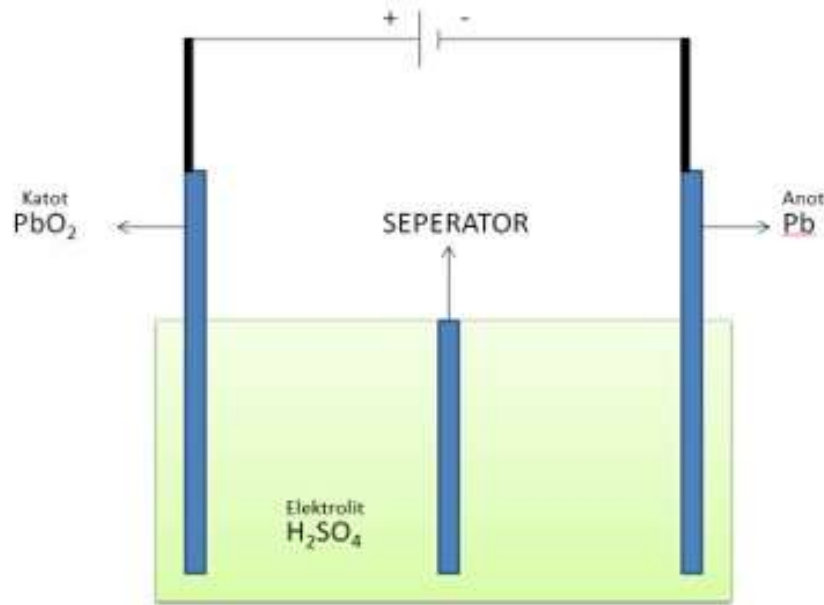
Kurşun asit bataryalar, ilk kez 1859 yılında Fransız fizikçi Gaston Planté tarafından icat edilmiştir. Bataryalar, sulu ve düşük konsantrasyonlu bir sülfürik asit çözeltisi içinde bulunan iki kurşun plakadan oluşurlar.

Kurşun asit bataryaların kimyasal yapılarına göre farklı tipleri bulunmaktadır;

- Jel Aküler (VRLA JEL),
- Karbon İlaveli Jel Aküler
- Kurşun Asit Kalsiyum Aküler
- Kurşun Antimon Bataryalar
- Marin Akü (Denizcilik Aküsü)

- OpzS Sulu, OPzV Jel Aküler
- Sulu Kurşun Asit Bataryalar

Kurşun Asit Bataryaların pozitif plakası kurşun sülfat ( $PbO_2$ ), negatif plakası ise kurşun ( $Pb$ ) ile kaplanmaktadır. Elektrolit sıvısı olarak ise  $H_2SO_4$  seyreltilmiş sülfürik asit kullanılmaktadır [2].



Şekil 1 Kurşun Asit Bataryaların Kimyasal Yapısı

#### B.1. Batarya Özellikleri:

- Nominal Gerilim: 2V
- Enerji Yoğunlukları: 25-35 Wh/kg
- Çevrim sayıları: 1200, 1800
- Çalışma Sıcaklıkları:  $-15^{\circ}C$   $+50^{\circ}C$  [1].

#### B.2. Kurşun Asit Bataryalarda Hızlı Şarjın Batarya Çevrim Sayılarına Etkileri

Kurşun asit bataryalarda genellikle sabit akım, sabit gerilim (CCCV) ile şarj yöntemi kullanılır [3]. Bataryaların deşarj akımından daha düşük akım ile şarj edilmeleri önerilmektedir. Yaklaşık nominal akım kapasitesinin %10'u kadar akım veya başka bir tabir ile 0.1C ile şarj edilmesi önerilir.

Yaygın şarj yöntemi olan CCCV ile şarj işlemi üç aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar, Sabit Akım Şarjı, Tepe Gerilimi Şarjı, Şamandıra Şarjıdır.

Sabit akımda şarj, toplam şarj süresinin yaklaşık yarısını oluşturur 5 – 8 saat sürer ve bataryanın %70 kadarını şarj eder. Kalan %30'luk bölüm sabit gerilim ile doldurulur ve bu işlem yaklaşık 8 – 10 saat kadar sürer [3]. İkinci aşamada akım düşürülür ve batarya basit tabir ile dinlendirilmiş olur. Sabit gerilim ile şarjın uzun vadede, bataryalarda kapasite azalmasının ve hücre içi kimyasal yapıda sülfatlaşmanın önüne geçtiği tespit edilmiştir [3]. Son olarak şamandıra aşamasında batarya artık dolmuştur ve yalnızca kendi kendine deşarj akımı kadar akım verilerek şarj işlemi tamamlanmış olur. Bu işlemlerin tamamı batarya kapasitesine göre 12 – 48 saat aralığında zaman almaktadır.

Kurşun asit bataryaların 0.1C üzerinde bir akımda şarj edilmesi hızlı şarj olarak isimlendirilir. Bataryaların hızlı şarjı edilmeye çalışılması durumundan iki önemli parametre kritik öneme sahiptir. Bunlardan birincisi şarj sırasında kimyasal tepkimeler sonucu meydana gelecek olan gaz çıkışı, ikincisi sıcaklık artışıdır. Bataryaların aşırı akım ile şarj edilmeye çalışılması durumunda kimyasal reaksiyonlar sonucu, birim zamanda ortaya çıkan gaz miktarı olması gereken seviyenin üzerine çıkacak, bu durum

batarya içindeki basıncı artıracaktır. Batarya içi basıncın artması tehlike arz edebilecek bir durumdur. Bu nedenle hücre içerisinde meydana gelebilecek olası basınç artış senaryolarında kullanılmak üzere kurşun asit bataryalarında tahliye valfi bulunmaktadır. Gaz basıncı, belirlenen eşik değerini aştığında valfler açılır ve dışarıya doğru gaz çıkışı meydana gelir. Şarj sırasında oluşan gaz çıkışı miktarı, batarya şarj işlemindeki kimyasal reaksiyonun derecesinin yani şarj akımının önemli bir göstergesidir. Gaz çıkış hızı çok büyük olduğunda, üretilen gaz, aktif malzemenin düşmesine neden olacak böylece bataryanın kapasitesini ve çevrim sayısını olumsuz yönde etkileyecektir.

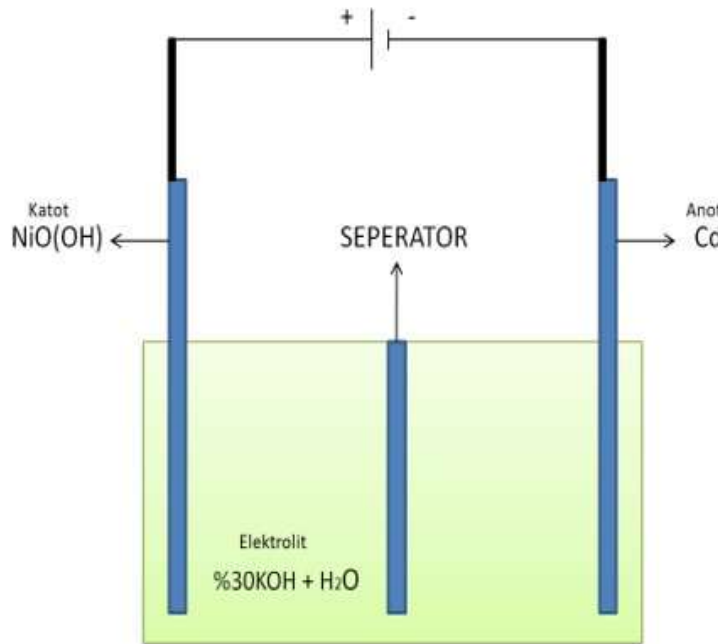
Hızlı şarj uygulamalarında ikinci önemli etken hücre sıcaklığıdır. Kurşun asit bataryalarını aşırı akımla şarj etmek, batarya üzerindeki akım ile orantılı olan sıcaklık artışına sebep olacaktır. Svante Arrhenius yaptığı çalışmalar ile kurşun – asit bataryaların çalışma sıcaklığındaki her 10°C'lik artışın batarya ömrünün yarı yarıya azalmasına sebep olduğunu tespit etmiştir. Örneğin, 15°C'de çalışan bir bataryanın 30 yıl ömrü varsa, 25°C'de çalışan bir bataryanın ömrü 15 yıl olacaktır [4]. Ek olarak hücre içi sıcaklığın artması batarya içerisindeki elektroliz sıvısının buharlaşmasına ve bataryanın kurumasına sebebiyet verebilmektedir. Bu durumlar değerlendirildiğinde aşırı akım ile batarya sıcaklığını artırmak uzun vadede bataryanın çevrim süresine eksi yönde etki edecektir.

Bu iki etken kurşun asit bataryalarının hızlı şarj edilebilmesinin önündeki en önemli engellerdendir. Bu sebepten günümüz teknolojisinde hızlı şarj gerektiren uygulamalarda kurşun asit bataryalar genellikle tercih edilmemektedir.

### C. Nikel Kadmiyum Bataryalar

Nikel – kadmiyum bataryalar 1899'da icat edilmiştir. Diğer şarj edilebilir batarya türleri ile karşılaştırıldığında, düşük sıcaklıklarda uzun ömür ve performans özellikleri ile öne çıkarlar. Nikel kadmiyum bataryalar uzun süreli raf ömrüne sahiptir. Çevrim başına fiyat karşılaştırması yapıldığında en ekonomik batarya türüdür.

Nikel – kadmiyum bataryalar, negatif elektrot olarak metalik kadmiyum (Cd), pozitif elektrot olarak nikel oksit hidroksitten (NiO(OH)<sub>2</sub>) kullanırlar. Elektrotlar arasındaki elektrolit, sulu potasyum hidroksit (KOH) çözeltisidir [5]. Elektrolit, iyonların hareketine izin vererek kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini sağlar [6].



Şekil 2 Nikel Kadmiyum Bataryaların Kimyasal Yapısı

### C.1. Batarya Özellikleri

- Nominal Gerilim: 1.2V
- Enerji Yoğunlukları: 70Wh/kg
- Çevrim sayıları: 500
- Çalışma Sıcaklıkları: -20°C +60°C [1].

### C.2. Nikel Kadmiyum Bataryalarda Hızlı Şarjın Batarya Çevrim Sayılarına Etkileri

Nikel Kadmiyum bataryaların şarj teknikleri diğer bataryalardan biraz farklıdır. Bataryalar sabit akım yöntemi ile şarj edilirler fakat diğer bataryalarda akım ile birlikte gerilim de kontrol edilirken nikel kadmiyum bataryalarda gerilimin yükselmesine izin verilir. Bunu sebebi bu batarya tiplerinde maksimum şarj gerilimi teriminin olmamasıdır. Şarj gerilimi hücre empedansına bağlı olarak akımın zorlanması ile değişiklik gösterebilir. Bu nedenle nikel kadmiyum bataryalarda tam doluluk tespiti, gerilim veya sıcaklık değişimleri gözlemlenerek yapılmaktadır [8].

Sıcaklık noktası takibi yöntemi ile bataryanın şarj sırasında ulaştığı sıcaklıktan yola çıkılarak bataryanın tam kapasiteye ulaşip ulaşmadığı tespit edilmeye çalışılır. Burada ölçülen noktanın sıcaklığı ile hücre içi sıcaklık arasında az da olsa fark olması bataryanın aşırı şarja maruz kalmasına sebep olabilir. Nikel kadmiyum bataryalarda hücre içindeki sıcaklık artışı iç direnç ve şarj hızının karesi ile orantılıdır. Bu nedenle bataryanın tam dolu olduğu andaki sıcaklığının geç veya hatalı tespit edilmesi batarya içi sıcaklığını kısa sürede aşırı yükselterek basıncı arttırabilir ve kimyasal yapıya zarar verebilir.

Sıcaklık takibi yöntemlerinden bir diğeri batarya hücrelerindeki sıcaklık değişimini izlemektir. Bu yöntemin sıcaklık noktası takibi yönteminden farkı belirli bir sıcaklık değeri değil belirli bir zamandaki sıcaklık değişimi dikkate alınıyor olmasıdır. Sıcaklık Farkı Yöntemi olarak da isimlendirilir. Sıcaklık farkı yönteminde batarya içerisindeki sıcaklığın belirli zaman aralıklarındaki değişimi hesaplanır ve batarya hücreleri belirlenen zaman aralığında iken beklenen sıcaklık farkına ulaştığında şarj işlemi sonlandırılır. Burada kritik nokta, sıcaklık değişiminin belirlenen zaman aralığında doğru algılanabilmesi için bataryanın mümkün olduğunca hızlı şarj edilmesidir. Ayrıca doluma yaklaşmış fakat dolmamış bataryaların şarjdan sökülüp takılması batarya hücrelerinin ısı döngüsünün baştan başlamasına sebep olacak, bu durum sıcaklık ölçüm algoritmasını hataya sürükleyecektir. Sonuç olarak bataryanın aşırı şarja maruz kalmasına, kapasitesinin azalmasına ve döngü süresinin kısılmasına sebep olacaktır.

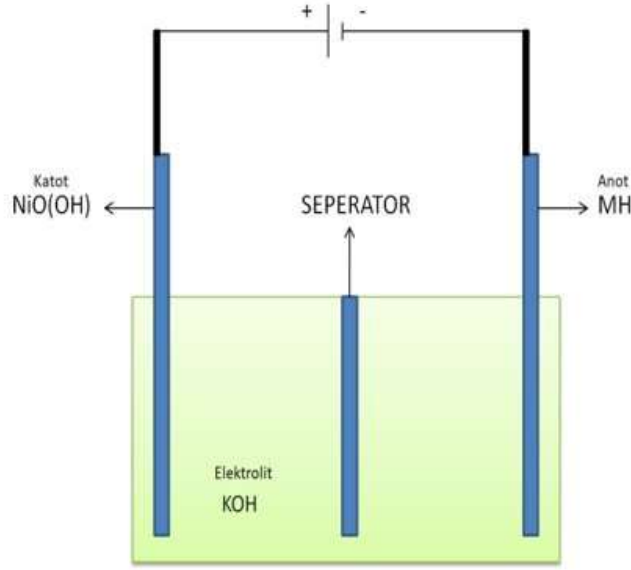
Nikel kadmiyum bataryaların şarj yöntemlerinden sonuncusu gerilim imzası yöntemidir. Bu topoloji ile çalışan şarj cihazları, bataryalar tam şarj durumuna geldiğinde üzerlerinde oluşacak olan gerilim düşümünü yakalamaya çalışır. Bu yöntem Negatif Delta Voltaj yöntemi de denilmektedir. Gerilim imzası yönteminin tepki süresi hızlıdır, hücre içi sıcaklık ve basınç değerleri kritik seviyeyi aşmadan batarya şarj akımı kesilir. Bataryaların şarj akımını kesmek için 5mV'luk bir gerilim düşümü yakalanmaya çalışılır. 5mV'luk değişimin hata yapmadan yakalanabilmesi için şarj hızının 0.5C üzerinde olması gerekmektedir. Batarya yavaş şarj edildiğinde tam dolu olduğu anda meydana gelen gerilim düşümü miktarı azalır, kontrol cihazının eşik gerilim seviyesinin altında kalır. 0.5C altında yapılacak şarj işlemi kontrol algoritmasının aşırı şarj durumunu algılamasının önüne geçer [7].

Verilen bilgiler ışığında batarya çevrim süreleri hücre içi basınç, sıcaklık ve aşırı şarj durumu ile doğrudan bağlantılıdır. Nikel kadmiyum batarya için geliştirilen hızlı şarj topolojileri değerlendirildiğinde, çevrim süresini aşağı çeken parametrelerin batarya üzerindeki etkisinin, kontrol uygulamaları ile minimuma indirildiği görülmektedir. Bu bağlamda hızlı şarj uygulamalarının, nikel kadmiyum bataryalarda çevrim sayısına etkisinin olumlu yönde olduğu çıkarımı yapılabilir.

### D. Nikel Metal Hidrür Bataryalar

İlk tüketici sınıfı Nikel Metal Hidrür (NiMH) bataryalar 1989 yılında piyasaya sürülmüşlerdir. Pozitif elektrottaki kimyasal reaksiyon bakımından nikel – kadmiyum bataryalara benzerler. Nikel metal hidrür batarya teknolojisi nikel kadmiyum bataryaların dezavantajlarına alternatif olarak geliştirilmiştir [9]. Diğer bataryalar ile karşılaştırıldıklarında çevre dostu alternatifler olarak kabul edilirler, çinko, civa ve kurşun gibi çevreye zararlı maddeler içermeyen şarj edilebilir batarya türüdürler.

Nikel metal hidrür bataryaların, katotları nikel hidroksit ( $\text{Ni(OH)}_2$ ), anotları metal hidrür(MH) ile kaplanmıştır. Bu bataryalarda elektrolit olarak ise potasyum hidroksit (KOH) kullanılır [10].



Şekil 3 Nikel Metal Hidrür Bataryaların Kimyasal Yapısı

#### D.1. Batarya Özellikleri:

- Nominal Gerilim: 1.2V
- Enerji Yoğunlukları: 70Wh/kg
- Çevrim sayıları: 500
- Çalışma Sıcaklıkları:  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $+60^{\circ}\text{C}$  [1].

#### D.2. Nikel Metal Hidrür Bataryalarda Hızlı Şarjın Batarya Çevrim Sayılarına Etkileri

Nikel metal hidrür bataryalar genel yapıları itibari ile Nikel Kadmiyum bataryalar ile çok benzerdirler fakat şarj topolojileri konusunda birbirlerinden belirli noktalarda ayrılırlar. Nikel Kadmiyum bataryalarda en sağlıklı şarj yönteminin gerilim düşümü izleme yöntemidir fakat bu durum nikel metal hidrür bataryalar için geçerli değildir. Nikel metal hidrür bataryalarda tam doluluk durumunda belirgin bir gerilim düşümü meydana gelmez. Ayrıca şarjın başlarında batarya henüz ısınmamışken batarya geriliminde yanıltıcı gerilim düşüşleri ile karşılaşılabilir. Bu sebepten bu yöntem nikel metal hidrür bataryalar için uygun değildir.

Nikel Kadmiyum bataryaların şarj yöntemlerinden bir diğeri, sıcaklık değişimi ile tam doluluk tespitidir. Yine bu yöntem, nikel metal hidrür bataryalarda da kullanılabilir fakat sıcaklığın ölçüldüğü nokta ile hücre arasında oluşabilecek sıcaklık farkından dolayı %100 güvenilir değildir.

Nikel metal hidrür bataryaları şarj etmenin üçüncü bir yolu zaman aşım tespitidir. Bu yöntemde bataryanın şarj esnasında tamamen boşalmış olması gerekmektedir. Zamanlayıcı, bataryanın tamamen boş durumdan dolu duruma geçmesi için gerekli süreye ayarlanmış olup bu süre boyunca bataryayı şarj edecektir. Bataryanın şarj edilmeden önce tamamen boşalmış olmaması durumunda ayarlanan süre sonunda batarya aşırı şarj olacak, bu durum batarya çevrim sayısını ve kapasitesini aşağıya çekecektir.

Nikel metal hidrür bataryalarda bu üç yöntemin de tek başına kullanımının sağlıklı olmamasından dolayı şarj cihazı üreticileri Kademeli Diferansiyel Şarj Tekniği denilen bir yöntemi tercih etmektedir. Bu yöntemde belirli aralıklarda bataryada meydana gelen gerilim düşümü, batarya sıcaklığı ve zaman aşımı parametreleri birlikte değerlendirilerek bataryaların aşırı şarja gitmesinin önüne geçilir [11].

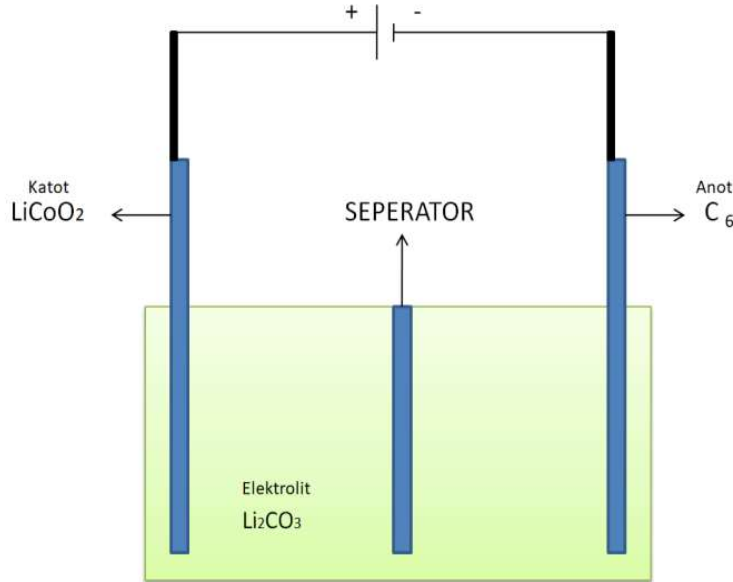
Yaygın olarak kullanılan başka bir yaklaşımda ise sürekli olarak bataryaların gerilim ve sıcaklık eşik değerleri kontrol edilir. Bu parametreler belirli bir eşiğe ulaştığında şarj düşük akımlara çekilir ve batarya soğuduğunda akım tekrar yükseltilir.

Yaygın olarak kullanılan ve yüksek C değerlerinde şarj edilmeye zorlamayan topolojiler göz önünde bulundurulduğunda nikel metal hidrür bataryaların yavaş şarj edilmesinin batarya döngü sayısının olumsuz etkilendiği görülmektedir. Bu durumun sebebi, bataryalar belirli bir C değerinin altında şarj edildiğinde tam doluluk tespiti için yeterli sıcaklık artışı veya gerilim düşümünün meydana gelmiyor olmasıdır. Tam doluluk

tespitinin yapılmaması bataryaların aşırı şarj olmasına ve hücre içi sıcaklığının artmasına sebep olacak, bu etkiler batarya çevrim süresini ve kapasitesini aşağıya çekecektir. Alternatif olarak nikel bazlı bataryaların zaman aşımı yöntemi doğru kullanılarak yavaş şarj edilmesi, hücre içi sıcak ve basınç artışının düşük seviyelerde kalacak olmasından dolayı, hızlı şarj uygulamaları ile mukayese edildiğinde daha faydalı olduğu söylenilebilir. Burada kritik etken bataryanın şarj başlangıcında tamamen boş durumda olmasıdır. Batarya tam boş değil ise bataryanın doluluk oranı bilinmeli, bilinen seviyeden tam dolu seviyeye geçmesi için gereken süre hesaplanmalı ve bu süre üzerinde şarj edilmemelidir. Aksi taktirde batarya, aşırı şarja gidebilir ve bu durum özellikle nikel bazlı bataryalar için patlama gibi sakıncalar doğurabilir. Bataryanın şarj başlangıç durumundaki kapasitesinin tespiti çok karmaşık kontrol mekanizmaları gerektireceğinden dolayı zaman aşımı ile şarj yöntemi çok fazla tercih edilmemektedir.

#### E. Lityum İyon Bataryalar

Lityum iyon batarya, 1991 yılında Sony firması altında John B. Goodnough'un yönetimindeki çalışma grubu tarafından bulunmuştur [14]. Çalışmanın temelinde lityum iyonlarının anot ve katot arasında hareketi oluşur. Deşarj sırasında lityum iyonları anottan çıkar ve katota geçer. Şarj esnasında ise bunun tam tersi olur ve lityum iyonları katottan ayrılarak anota geçer. Genellikle pozitif plakaları Lityum Kobalt Oksit ( $\text{LiCoO}_2$ ), negatif plakaları ise grafit ( $\text{C}_6$ ) den oluşmaktadır. Lityum iyon bataryalarda elektrolit olarak lityum tuzu ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) yaygın kullanılır [13].



Şekil 4 Lityum-İyon Bataryaların Kimyasal Yapısı

#### E.1. Batarya Özellikleri

- Nominal Gerilim: 3.6V
- Enerji Yoğunlukları: 300Wh/kg
- Çevrim sayıları: 300-500
- Çalışma Sıcaklıkları:  $-20^\circ\text{C}$   $+60^\circ\text{C}$  [1]

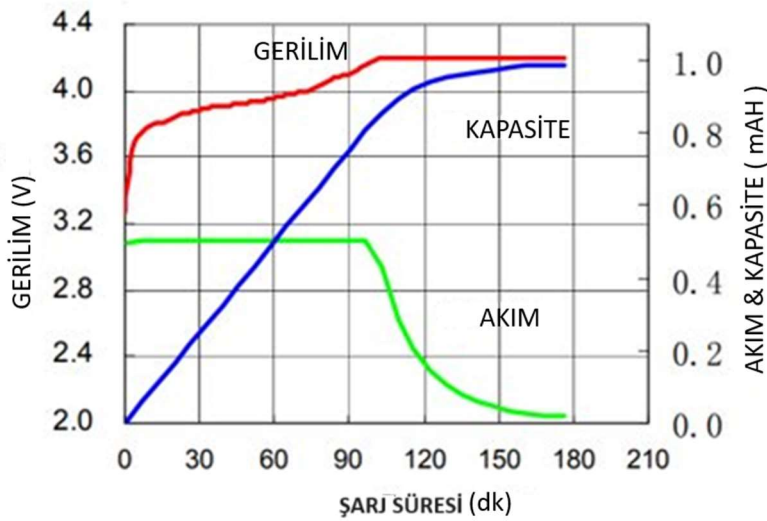
#### E.2. Lityum İyon Bataryalarda Hızlı Şarjın Batarya Çevrim Sayılarına Etkileri

Lityum iyon bataryaların şarj işlemi 4 aşamada gerçekleşir. Bu aşamalar, Sabit Akım, Sabit Gerilim, Sonlandırma, Ek Şarj aşamalarıdır [15]. Lityum iyon bataryaların en yüksek şarj gerilimi  $4.20\text{V}$ ,  $\pm 50\text{mV}$  dur [17]. Bu gerilim seviyesinin üzerine çıkmak kapasiteyi artırır fakat aynı zamanda batarya üzerindeki stresi yükselteceğinden sağlıklı değildir. Sabit Akım, Sabit Gerilim (CCCV) topolojisinde şarj başlangıcında gerilimi istenilen seviyeye getirmek için sabit akım tekniği kullanılır. Lityum iyon bataryalarda şarj sırasında

bataryanın tamamen deşarj durumunda olması gerekmez. Batarya gerilimi 3V altında bir değere sahip ise şarj işlemi sabit akım ile başlar [17]. Batarya gerilimi istenilen seviyeye geldiğinde (4.2V) akım düşürülür. Sabit gerilim uygulanmaya başlanır. Bu aşamada batarya düşük akım ile şarj edilmeye başlar ve yeterli seviyede şarj sonlandırma adımına geçilir. Lityum iyon bataryalarda şamandıra şarjı yoktur. Bunun yerine akım sonlandırma işlemi yapılmaktadır. Akım sonlandırma iki farklı yolla yapılabilir.

İlk seçenek sabit gerilim şarj aşamasından sonra, akım minimum seviyeye düştüğünde bir zamanlayıcı ile batarya kapasitesi kadar süre tutmak ve süre bitiminde şarj işlemi sonlandırmaktır. İkinci seçenek ise yine sabit gerilim kademesinde akım takibi yapmak, akım 0,002C – 0,007C seviyelerine gerilediğinde akımı sonlandırmaktır.

Lityum iyon bataryalar da diğer bataryalar gibi kendi kendine deşarj olmaktadır. Bu durumda 4. aşama olan Ek Şarj aşaması devreye girer ve batarya gerilimi 4V seviyelerine gerilediğinde şarj işlemi 3. aşamadan yani sabit gerilim ile şarj aşamasından yeniden başlar [17].



Şekil 5 Lityum İyon Batarya (CCCV) Yöntemi ile Şarj Grafiği [18].

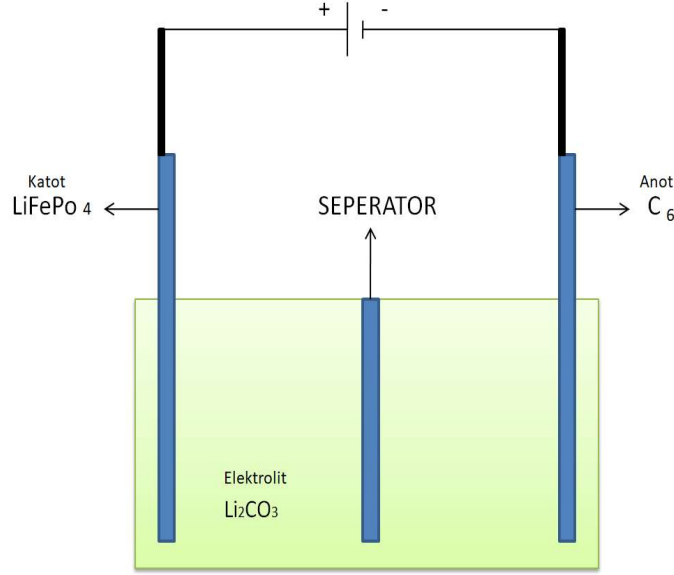
Yukarıda verilen Şekil 5 LIR18650 model bataryanın veri sayfasından alınmıştır. Belirtilen şarj aşamalarını Şekil 5 te gözlemlemek mümkündür. Görüldüğü üzere bataryaları sabit akım ile şarj etmek kısa sürede yüksek kapasiteye ulaşmasını sağlar. Lityum iyon bataryaların tamamen şarj olması zorunlu değildir, bataryaları tepe geriliminin altında şarj etmek bataryaların çevrim sayılarını arttıracaktır. Yani gerilim seviyesi 3.9V civarındayken şarjı sonlandırmak bataryada elektron esnekliğinin korunmasını sağlar ve bu durum batarya çevrim sayısını 2400 – 4000 döngü seviyelerine çıkartır [16].

Lityum iyon bataryaların düşük hızlarda şarj edilmesi (< 0.8C) önerilmektedir [17]. Düşük hızlarda şarj durumunda lityum iyonlarının elektrotlara zarar vermeden grafit tabakasının üzerine düzgün bir şekilde konumlandığı gözlemlenmiştir. Şarj hızının artırılması durumunda lityum iyonlarının elektrota nüfuz etmesi için yeterli zaman kalmaz. Bu durum uzun vadede batarya çevrim sayısının belirgin şekilde düşmesine sebebiyet verir. Yüksek hızda şarj edilen bataryalarda bir diğer olumsuz etken sıcaklıktır. Şarj akımının artması hücre sıcaklığının artmasına sebep olacaktır. Yukarıda bahsedildiği gibi çoğu lityum iyon bataryalarda elektrot malzemesi olarak grafit türevi malzemeler kullanılır. Yüksek sıcaklık grafit tabakalarının pullanarak dökülmesine neden olur. Bu dökülme hem batarya kapasitesine hem de çevrim sayısına olumsuz yönde etki eder. Sıcaklığın bir diğer olumsuz etkisi hücre içi gaz çıkışıdır. Yüksek sıcaklık, kimyasal tepkimelerde birim zamanda açığa çıkan gaz miktarının artmasına sebep olur. Biriken gaz zamanla batarya içerisindeki sağlıklı tepkime ortamının bozulmasına ve bataryanın şişmesine sebebiyet verebilir. Bu durum bataryanın kullanılamaz hale gelmesi veya çevrim sayısının büyük oranda düşmesi sonucunu doğurur.

#### F. Lityum Demir Fosfat Bataryalar

Lityum demir fosfat bataryanın keşfi ve ticari kullanımına başlanması 1996 yılında gerçekleşmiştir. Lityum demir fosfat bataryalar, lityum iyon türev, bataryalardır. Yapıları lityum iyon bataryalar ile benzerdir. Katotlarında lityum demir fosfat (LiFePO<sub>4</sub>), anotlarında ise genellikle grafit (C<sub>6</sub>) kullanılır. Lityum demir fosfat bataryalarda elektrolit olarak lityum tuzu (Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) tercih edilir [19]. LiFePO<sub>4</sub>, özellikle hibrit

elektrikli araçlar gibi geniş formattaki modüller için dikkat çeken, en popüler katot malzemesi olarak görülmektedir. Bu nedenle de  $\text{LiFePO}_4$  üzerine yapılan farklı üretim, sentezleme gibi gelişmeler de önem arz etmektedir [20]. Bu bataryalar çevrim sayılarının diğer bataryalar ile kıyaslandığında çok uzun olması, son yıllarda özellikle elektrikli araç sektöründe tercih sebebi olmuştur.



Şekil 6 Lityum Demir Fosfat Bataryaların Kimyasal Yapısı

#### F.1. Batarya Özellikleri

- Nominal Gerilim: 3.2V
- Enerji Yoğunlukları: 90 – 160Wh/kg
- Çevrim sayıları: 1000, 10000
- Çalışma Sıcaklıkları: – 20°C +60°C [1].

#### F.2. Lityum Demir Fosfat Bataryalarda Hızlı Şarjın Batarya Çevrim Sayılarına Etkileri

Lityum demir fosfat bataryaların lityum iyon türevi ürünlerdir, bu nedenle yapıları çok benzerdir.  $\text{LiFePO}_4$  bataryalar da tıpkı li-ion bataryalar gibi dört aşamada şarj edilir. li-ion bataryalar ile kimyasal yapılarının benzer olmasından dolayı, hızlı şarj uygulamalarının çevrim sürelerine etkisi konusunda verilen bilgiler  $\text{LiFePO}_4$  bataryalar için de geçerlidir.  $\text{LiFePO}_4$  bataryaların diğer li-ion türevleri ile aralarındaki en belirgin fark tepe hücre geriliminin 4.2V değil 3.2V olmasıdır. Bu durum bataryaların diğer lityum türevlerine kıyasla tam şarj koşullarına daha fazla toleranslı olmasını sağlar [21]. li-ion türevi bataryaların uzun süre tepe gerilim değerinde tutulması hücre içi stresi belirgin derecede artırmaktadır.  $\text{LiFePO}_4$  için bu durum geçerli değildir, uzun süre tepe şarj geriliminde tutulması hücre içi stresi diğer bataryalara göre çok daha az miktarda arttıracaktır. Bu özelliğinden dolayı hızlı şarj uygulamalarının batarya çevrim sayısına bu yönü ile etkisi li-ion bataryalara göre çok daha azdır. Bu farklılık dışında hızlı şarjın lityum iyon bataryalar üzerindeki sıcaklık, kimyasal yapılarında bozulma, hücre içi gaz basıncının artması gibi olumsuz etkileri lityum demir fosfat bataryalar için de geçerlidir.

### III. SONUÇLAR

Yapılan araştırmalar sonucunda elektrikli araçlarda yaygın kullanılan beş batarya tipi için şarj topolojileri ve bu topolojilerin bataryalar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda kurşun asit türevi bataryaların kimyasal yapıları ve günümüz şarj teknolojileri değerlendirildiğinde, hızlı şarj sırasında akım ile doğru orantılı gaz çıkışı ve hücre içi sıcaklık artışı bataryaların çevrim sayılarına olumsuz yönde etki etmektedir. Günümüz şarj topolojileri değerlendirildiğinde, hızlı şarj uygulamalarının bu tür bataryalar için çok uygun olmadığı görülmektedir.

Özetle, gaz çıkış hızının artması ile aktif malzemenin düşmesi, hücre içi kimyasal yapının ve sağlıklı tepkime ortamının bozulması ile sonuçlanır. Yapılan araştırmalar ışığında kurşun asit bataryalarda hücre içerisinde meydana gelen her 10°C'lik artış batarya ömrünün yarılanmasına sebebiyet vermektedir.

Nikel Kadmiyum, Nikel Metal Hidrür gibi nikel bazlı bataryalar için geliştirilen şarj topolojileri bataryaların kimyasal yapıları nedeni ile diğer bataryalardan biraz farklıdır. Nikel bazlı bataryaların

şarjında en büyük zorluk bataryanın tam doluluk durumunun tespit edilememesidir. Şarj sırasında batarya gerilimini takip etmek bataryanın doluluk durumu hakkında bilgi vermez. Bu nedenle Nikel bazlı bataryalarda tam doluluk tespiti için gerilim düşümü izleme, sıcaklık artışı izleme, sıcaklık değişimi izleme veya zaman aşımı yöntemi gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Belirtilen yöntemlerden ilk üçü için tam doluluk durumunda hücre içi kimyasal yapının bir sonucu olarak meydana gelen anlık değişimler yakalanmaya çalışılır. Yapılan çalışmalarda bu değişimlerin bataryaların hızlı şarj edilmesi ile daha belirgin hale geldiği ve algoritmaların daha düzgün çalışmasını sağladığı tespit edilmiştir. Bu değişimlerin minimum hata ile yakalanması bataryaların aşırı şarja gitmesini engelleyecek, batarya ömrünün ve kapasitesinin azalmasının önüne geçecektir.

Lityum İyon ve Lityum Demir Fosfat bataryalar, kurşun asit bataryalar ile benzer şekilde hızlı şarj sırasında kimyasal anlamda zarar görebilir. Şarj hızının artırılmasının lityum bazlı bataryalar üzerinde, lityum iyonlarının elektrota nüfuz etmesi için yeterli zamanın kısalması, hücre içi sıcaklığın artması, grafit tabakalarının pullanarak dökülmesi, gaz çıkışının artması sonucu sağlıklı tepkime ortamının bozulması gibi etkileri bulunmaktadır. Her ne kadar hızlı şarj uygulamalarının bataryalar üzerindeki etkileri olumsuz olsa da lityum demir fosfat bataryaların çevrim sayılarının çok yüksek olması, lityum iyon bataryaların tepe gerilimi altında şarj edildiğinde çevrim sürelerinin artması ve enerji yoğunluklarının yüksek olması gibi sebeplerden dolayı bu bataryalar son dönemde elektrikli araç teknolojilerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

Genelleme yapılacak olursa, kontrollü şarj topolojileri ile hızlı şarjın bataryalar üzerindeki sıcaklık artışı, basınç artışı, hücre içi stres artışı, kimyasal yapıda bozulma gibi olumsuz etkiler minimuma indirilmeye çalışılmıştır fakat tamamen sıfıra indirildiğini söylemek mümkün değildir. Bu nedenle kurşun asit veya lityum bazlı bataryalarının sürekli kullanımda hızlı şarj topolojilerini tercih etmek, bataryaların çevrim sayılarına olumsuz yönde etki edecektir. Nikel bazlı bataryalarda zaman aşımı yönteminin karışık prosesler gerektirmesi ve diğer yöntemlerin hızlı şarj ile uyumlu olması bu tipte bataryalar için hızlı şarj, seçenek değil zorunluluk haline getirmektedir.

Son dönemde üretilen elektrikli araçlar incelendiğinde çevrim sayılarının ve enerji yoğunluklarının yüksek olması sebebi ile lityum bazlı bataryaların sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Elektrikli araç firmaları genelde müşterilerine batarya şarjı için farklı seçenekler sunmaktadır. Elektrikli araçlar, satın alınan ek donanımlar ile yüksek hızda, ortalama hızda veya düşük hızda şarj edilebilmektedir. Bu seçenekler değerlendirilirken, zaman sınırlamasının olmadığı durumlarda bataryaları düşük hızda şarj etmek bataryaların çevrim sürelerini arttıracak, uzun yıllar kullanıma olanak sağlayacaktır.

#### IV. TARTIŞMA

Bataryaların ticari kullanımı değerlendirildiğinde ürün ve kullanıcı istekleri doğrultusunda öncelik durumları değişiklik göstermektedir. Lityum iyon bataryalar telefon, dizüstü bilgisayar gibi teknoloji ürünlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Lityum iyon bataryalar hakkında yapılan araştırmalarda, bataryaların tepe değeri olan 4.2V yerine en yüksek 3.9V seviyesine kadar şarj edildiğinde batarya çevrim sayılarının azımsanmayacak derecede arttığı gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda bir telefon veya dizüstü bilgisayar bataryası incelendiğinde tam dolu halde 4.2V civarında bir gerilim seviyesinde olduğu görülmektedir. Teknoloji üreticileri bu seviyede şarjın batarya ömrünü kısalttığı bilgisine elbette sahiptirler fakat burada kullanıcı istekleri doğrultusunda öncelikleri belirlemeleri gerektiğinden batarya ömrünü uzatmak yerine kısa süreli kullanımda daha yüksek kapasiteyi müşteriye sunmayı tercih etmektedirler. Başta da belirtildiği gibi, bu tercihlerin temelinde kullanıcı istekleri yatmaktadır. Elektrikli araçlarda batarya konusunda önceliğin ne olacağını, zaman içerisinde kullanıcı istekleri belirleyecek olup bu konuyu genellemek diğer elektrikli cihazlardaki kadar kolay değildir. Araçların ticari kullanımında hızlı şarj ve yüksek kapasite, bireysel kullanımda ise uzun ömürlülük öncelik konusu olacağından dahili veya harici şarj teknolojileri de bu istekler doğrultusunda değişiklik gösterecektir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Muratoğlu, Y., & Alkaya, A. (2016). Elektrikli Araç Teknolojisi ve Pil Yönetim Sistemi-İnceleme. Elektrik Mühendisliği, 458, 10-14.
- [2] BALCI, E., Gündüz, G., Altundağ, S. E. B. A. H. A. T., & ALTIN, S. (2023). Elektrikli Araç Teknolojisinde Kullanılan Kurşun Asit ve Li-iyon Bataryaların Galvanostatik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 35(2), 691-697.
- [3] Battery University (2021, Oct 25). *Charging Lead Acid*. <https://batteryuniversity.com/article/bu-403-charging-lead-acid>
- [4] Blue Box Batteries (2015, March 3). *Latest from the Blog*. <https://www.blueboxbatteries.co.uk/blog/how-does-temperature-affect-lead-acid-batteries-30#:~:text=Svante%20Arrhenius%2C%20was%20a%20Swedish,battery%20life%20would%20be%20halved.>
- [5] SEZER, K. C., & BASMACI, G. (2022). ŞARJ EDİLEBİLİR PİLLERE GENEL BAKIŞ. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(1), 297-309.
- [6] ÇETİN, M. S., KARAKAYA, B., & GENÇOĞLU, M. (2021). Elektrikli araçlar için lityum iyon bataryaların modellenmesi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 33(2), 755-763.

- [7] Battery University (2021, Oct 25). *Charging Nickel-cadmium*. <https://batteryuniversity.com/article/bu-407-charging-nickel-cadmium>
- [8] Hoffart F. *Linear Charger for Nickel Cadmium or Nickel Metal Hydride Batteries Minimizes Parts Count*. Analog Devices. <https://www.analog.com/en/technical-articles/linear-charger-for-nickel-cadmium-or-nickel-metal-hydride-batteries.html>
- [9] Akgundogdu, A., Karadeniz, O., Şahin, U., İn, S., Tiryaki, H., Erdoğan, G., ... & Kocaarslan, İ. (2017). *Elektrikli araçlar için batarya paketi ve batarya yönetim sisteminin gerçekleştirilmesi*. In *World electro mobility conference*. Retrieved September (Vol. 25, p. 2020).
- [10] Küçükdeveci, N. (2018). *Şarj edilebilir nikel-metal hidrür (ni-mh) pillerinde kullanılan hidrojen depolama aşamalarındaki son gelişmeler*. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 454-472.
- [11] Battery University (2021, Oct 25). *Charging Nickel-metal-hydrid*. <https://batteryuniversity.com/article/bu-408-charging-nickel-metal-hydride>
- [12] MORALI, U., & Salim, E. R. O. L. (2020). *18650 lityum-iyon ve 6HR61 nikel-metal hidrit tekrar şarj edilebilir pillerinin elektrokimyasal empedans analizi*. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(1), 297-310.
- [13] Sayın, A. A. (2011). *Elektrikli taşıt araçlarında kullanılan lityum-iyon bataryaların modellenmesi ve benzetimi* (Master's thesis, Uludağ Üniversitesi).
- [14] Doğan, M. (2019). *Katı hal enerji depolama cihazlarında fosfat esaslı ucuz çözüm yaklaşımları* (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- [15] Saft (2022 Jan 13). *Charging your lithium-ion batteries: 5 expert tips for a longer lifespan*. <https://www.saft.com/energizing-iot/charging-your-lithium-ion-batteries-5-expert-tips-longer-lifespan>
- [16] Battery University (2021, Oct 25). *How to Prolong Lithium-based Batteries* <https://batteryuniversity.com/article/bu-808-how-to-prolong-lithium-based-batteries>
- [17] Battery University (2021, Oct 25). *Charging Lithium-ion Batteries*. <https://batteryuniversity.com/article/bu-409-charging-lithium-ion>
- [18] EMB (2010, Nov) *Lithium-ion Battery*. <https://www.ineltro.ch/media/downloads/SAItem/45/45958/36e3e7f3-2049-4adb-a2a7-79c654d92915.pdf>
- [19] MORALI, U., & Salim, E. R. O. L. (2020). *18650 lityum-iyon ve 6HR61 nikel-metal hidrit tekrar şarj edilebilir pillerinin elektrokimyasal empedans analizi*. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(1), 297-310.
- [20] Gültek, E., & Altın, S. (2022). *LiFePO4 Bataryalarda Güncel Çalışmalar*. Turkish Journal of Engineering Research and Education, 1(2).
- [21] Battery University (2021, Oct 25). *Types of Lithium-ion*. <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion>