Elektrikli araç mimarileri ve batarya teknolojilerinin değerlendirilmesi

Memduh Emrah Özcan[1*], Bülent Oral[2]

[*1]Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye
[2]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: emrahozcan@comu.edu.tr

Özet

İlk yapıldıkları günden bu yana kullanılmakta olan fosil yakıtlı araçlar artan yakıt maliyetleri, fosil yakıt bağımlılıkları, kirletici etkileri ve düşük verimlilikleri gibi sebeplerden popülaritelerini kaybetmektedirler. Bu araçların yerini günden güne artan adetleri ile elektrikli araçlar almaktadır. Bu araçlar gelişen teknolojiyle birlikte hızla değişebilen ve gelişime ayak uydurabilen verimli, çevreci ve modern görülmektedirler. Örneğin batarya teknolojisinde meydana gelen gelişmeler zaman kaybetmeksizin araç batarya sistemlerine uygulanabilmektedir. Elektrikli araçlar tasarım ve mimari açıdan hibrit ve sadece elektrikli araçlar olarak iki grupta incelenmektedirler. Bu araç grupları ise kendi içlerinde farklılaşabilmektedir. Bu çalışmada elektrikli araçların sahip oldukları mimari yapılar ve batarya sistemleri incelendi.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araç, araç mimarisi, batarya sistemleri.

1. GİRİŞ

İlk araba yapıldığı günden bugüne değişik yakıt türleri ile çalışan ve değişik tiplerde birçok araç kullanılmıştır. İlk başlarda arabalar fosil yakıt ile çalışan motorlar entegre edilerek üretimleri yapılsa da sonraki periyotta elektrik enerjisini kullanan ve batarya üzerinde barındıran araçların üretimleri yapılmaya başlanmıştır. Elektrikli araçların ilk örneği 1832-1839 yılları arasında Scotsman Robert Anderson tarafından yapılmış olan araçtır [Zhe Yu 2017]. Sonrasında Thomas Parker tarafından 1895 yılına yeni bir araç geliştirilmiştir. 1913 yılında is, Thomas Edison elektrikli araç platformunu kendine özgü tasarımıyla farklı bir boyuta taşımıştır. Üretilmiş olan bu araçlar teknolojinin pahalı olması sebebiyle yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

Elektrikli araçlar fosil yakıtlı araçlara göre daha maliyetli olmaları, çevreci ve sessiz olmaları gibi avantajlarına karşın günümüze gelinceye kadarki süreçte değerlendirilememiştir. 1908 yılında Henry Ford "Model T" ile seri üretim ilk fosil yakıtlı otomobili piyasaya çıkarmış ve ticari otomobil üretimine farklı bir boyut katmıştır. Maliyeti daha düşük ve uzun menzile sahip olan bu araç hızlı bir satış trendi yakalamış ve 1918 yılına gelindiğinde Amerikan piyasasındaki araçların yarısını oluşturmuştur [Zhe Yu 2017]. Aynı yıllarda Ferdinand Porsche hibrit araç üretimi üzerinde çalışmalar yaparak, ilk hibrit aracı tasarımını tamamlamış ve ilk hibrit araç üretimi yapılmıştır. Bu hibrit araç, üzerinde iki adet fosil yakıtlı motor ve bir adet batarya bulundurmaktaydı.

Tarihsel süreçte meydana gelen gelişmelere bakıldığında başlangıçta elektrikli araçlar ve fosil yakıtlı araç teknolojilerinin paralel olarak ilerledikleri görülmektedir. Elektrikli ve fosil yakıt kullanan araçların farklı alanlarda verimli kullanımları mevcut olsa da enerji verimlilikleri açısından aralarında büyük farklılık mevcuttur. Elektrikli araçların verimlilikleri %59-62 gibi yüksek iken fosil yakıtlı geleneksel araçların verimlilik değerleri %17-21 seviyelerindedir [Sadhana Shrestha 2016]. Bu bilgileri dikkate alındığında modern toplumun elektrikli araç kullanımına önem verme sebebi açıkça görülmektedir.

Günümüz artan elektrikli araç ihtiyacı ile firmalar ürün gamlarına farklı segmentlerden araçlar eklemektedir. Böylece elektrikli araç üreten firmaların yanına günden güne yenileri eklenmesi söz konusudur.

Elektrikli araçlar yapısal olarak hibrit elektrikli araçlar ve sadece elektrikli araçlar olmak üzere iki farklı grupta yer alır. Araç mimarisi bakımından ise, hibrit araçların elektrikli ve fosil yakıtlı iki motor sistemine sahip oldukları görülürken sadece elektrikli araçlarda isminden de anlaşılacağı üzere sadece elektrik motoru bulunmaktadır. Bununla ilişkili olarak içerdikleri sistem ve ekipmanlarda farklılık göstermektedir. Aynı durum elektrikli ve hibrit araçlar üzerinde kullanılan batarya sistemlerinde de geçerlidir. Elektrikli araç üzerinde

kullanılmakta olan batarya sistemleri yıllar içerisinde farklılıklar göstermiş ve büyük gelişme trendi yakalamıştır. Öyle ki batarya teknolojisi elektrikli araç teknolojisinin gelişim hızını belirleyen bir nokta halini almıştır. Araçların menzillerinin yeni batarya sistemleri ile uzatılması neticesinde elektrikli araçlara kısa menzilleri sebebiyle yöneltilmiş olan olumsuz bakış açısı da değişmiştir.

Bu çalışmada elektrikli araçların yapısal bileşenleri, mimari yapıları ve batarya sistemleri konu olarak alınmıştır. Elektrikli araçlar üzerinde var olan mimarinin içerdiği birimler ve yapılardan bahsedilmiştir. Günümüz otomobil üreticileri tarafından üretilmiş olan farklı model ve markalardaki araç mimarileri incelenmiştir. Benzer şekilde elektr*ikl*i araçların kullanmış ve kullanmakta olduğu batarya sistemleri üzerinde durulmuştur. Genel olarak çalışmada elektrikli araçların gelişimi üzerine büyük etkisi bulunan batarya sistemleri ve araçların üzerlerinde kurulu olan elektrik mimarisi ele alınmaktadır.

2. ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Elektrikli araçlar elektrik temin etme şekillerine göre kısmen veya tamamen olarak iki farklı gruba ayrılmaktadır. Araçlar, üzerinde bulunan hareket sistemleri elektrik ile tahrik edilip ilerleyebildikleri gibi fosil yakıt yardımı ile üretilen enerjiyi hareket için kullanılabilmektedirler. Kısmen elektrikli araçlar grubuna hibrit elektrikli araçlar girmektedir. Hibrit elektrikli araçlar üzerinde iki farklı motorun kombinasyonu olan bir yapı mevcuttur. Hibrit elektrikli araçlarda genellikle fosil yakıt motoru (benzin) ve elektrik motorunun kombinasyonu kullanılmaktadır. Tamamen elektrikli araçlarda ise isminde de anlaşılabileceği üzere sadece elektrik motoru kullanılmaktadır [Sadhana Shrestha 2016].

2.1 Hibrit Elektrikli Araçlar

Hibrit elektrikli araçlar isminden de anlaşılacağı üzere iki farklı sistemin bir araya getirilmesi sonucunda oluşturulmuş araçlardır. Genellikle benzinli ve elektrikli motorların bir araya getirilmesi ile meydana getirilirler. Hem benzin kullanımı sonucunda üretilen enerji hem de batarya üzerinde depo edilmiş olan enerji motorlar vasıtası ile hareket organlarına aktarılmaktadır. İki sistemde enerji kesintisi olmaması amacıyla aynı hareket aktarma organına entegre edilirler ve bu şekilde hareket aktarımının devamı garanti altına alınmış olur. Hibrit araçlar şarj edilebilen ve şarj edilemeyen hibrit araçlar olmak üzere iki farklı grup altında toplanırlar. Bu gruplarda kendi içlerinde seri hibrit, paralel hibrit ve seri-paralel hibrit araçlar olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

2.1.1. Harici Şarj Edilebilen Hibrit Araçlar

Harici şarj edilebilen hibrit elektrikli araçlar üzerinde fosil yakıt kullanan bir motor ve buna ek olarak elektrik motoru bulunur. Araçlar üzerinde bulunan hareket sistemleri elektrik ile tahrik edilip ilerleyebildikleri gibi fosil yakıt yardımı ile üretilen enerjiyi hareket için kullanılabilmektedirler. Bu tip araçlarda batarya ünitesi şarj harici olarak, şarj edilebilmektedir. Şebeke sistemleri üzerinden harici şarj ekipmanıyla veya elektrikli araç şarj istasyonları aracılığıyla şarj edilebilmektedir. İki enerji türünde de üretilen enerji aynı hareket aktarma sistemine bağlanmakta güç kesintisi engellenmektedir. Piyasada çok sayıda bu araçlardan satılmakta ve kullanılmaktadır.

2.1.2. Harici Şarj Edilemeyen Hibrit Araçlar

Harici şarj edilemeyen hibrit araçlar da harici şarj edilebilen hibrit elektrikli araçlarla benzer şekilde fosil yakıt motoru ve elektrik motoruna sahip olan araçlardır. Araç üzerinde elektrik motorunun beslenmesi için batarya sistemi mevcuttur. Bu tip araçlarda ihtiyaç durumuna göre farklı motorların kullanılması durumu mevcuttur. Örneğin belirli bir hızın altındaki kullanımlarda elektrik motoru hareket için kullanılırken aracın yüksek hızları çıkması durumunda fosil yakıtlı motor devreye girer ve hareket aktarım sistemi bu motor tarafından sürülmeye başlar. Harici şarj edilmeyen araçlar üzerinde bulunan batarya sistemleri fosil yakıtlı motorların çalışması esnasında meydana gelen enerji ile beslenirler. Fosil yakıtlı sistemde alınan enerjinin büyük bölümü aracın hareket ettirilmesi işleminde kullanılırken bir kısımda bataryaların şarj edilmesi işlemi için iletilir. Bazı hibrit araç modellerinde rejeneratif frenleme işlemi sonucunda meydana gelen elektrik enerjisi de bataryalar üzerinde yük olarak depolanabilmektedir.

2.2. Tamamen Elektrikli Araçlar

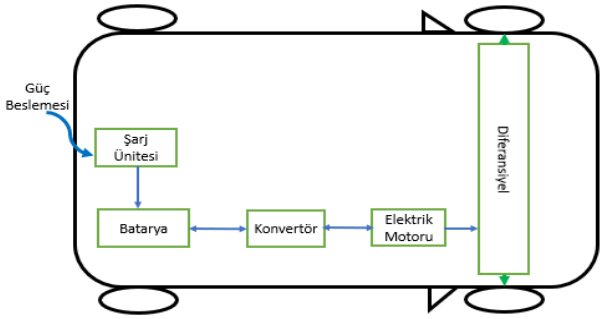
Tamamen elektrikli veya sadece elektrikli araçlar olarak bilinen araçlardır. Sadece elektrikli araçlar bataryalarında depolanmış olan kimyasal enerjisi elektrik enerjisine çevirerek hareket eden araçlardır. Bu araçlar üzerinde elektrik motoru haricinde herhangi bir motor yoktur [Armağan Temiz 2015].

Bu tip elektrikli araçların yapıları diğer tiplere göre daha basittir. En önemli kısımları ise elektrik enerjisine dönüştürerek depoladıkları bataryalarıdır. Bu bataryalar dışarıdan yük aktarımı ile doldurulmaktadırlar. Araç bataryalarının doldurulması için geliştirilmiş farklı güç kapasitelerinde hızlı şarj istasyonları olduğu gibi şebekeye bağlanabilen güç girişleri de bu araçlar üzerinde mevcuttur [Sadhana Shrestha 2016].

3. ELEKTRİKLİ ARAÇ MİMARİSİ

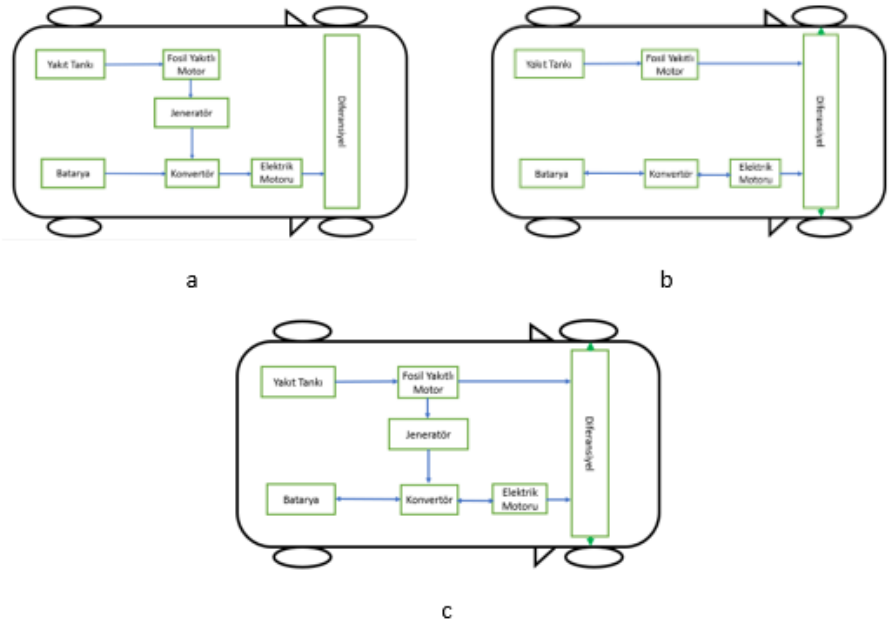
Elektrikli araçlar üzerlerinde batarya bulunduran ve bu bataryalarda depo ettikleri enerjiyi elektrik motorları aracılığıyla hareket enerjisine dönüştüren taşıtlardır. Elektrikli araçlar temelde iki gruba ayrılmaktadırlar bunlar; hibrit elektrikli araçlar ve sadece elektrikli araçlardır. İki grupta bulunan araçların mimari olarak özellikleri birbirine benzemektedir.

Sadece elektrikli araçlar üzerinde yalnızca batarya üzerinden alınan enerji ile ilerleyebilecek bir mimari kuruludur. Sadece elektrikli araçlar üzerinde batarya, şarj ünitesi, motor sürücüsü, elektrik motoru, konvertör ve hareket aktarım sisteminden oluşan basit bir mimari bulunmaktadır. Araç üzerinde bulunan bataryalar üzerinde önceden depo edilmiş olan yük elektrik motorunun beslenmesi için aktarılır ve elektrik motoru aracılığı ile üretilen hareket aktarma sistemi vasıtası ile tekerleklere iletilir ve hareket gerçekleşir.



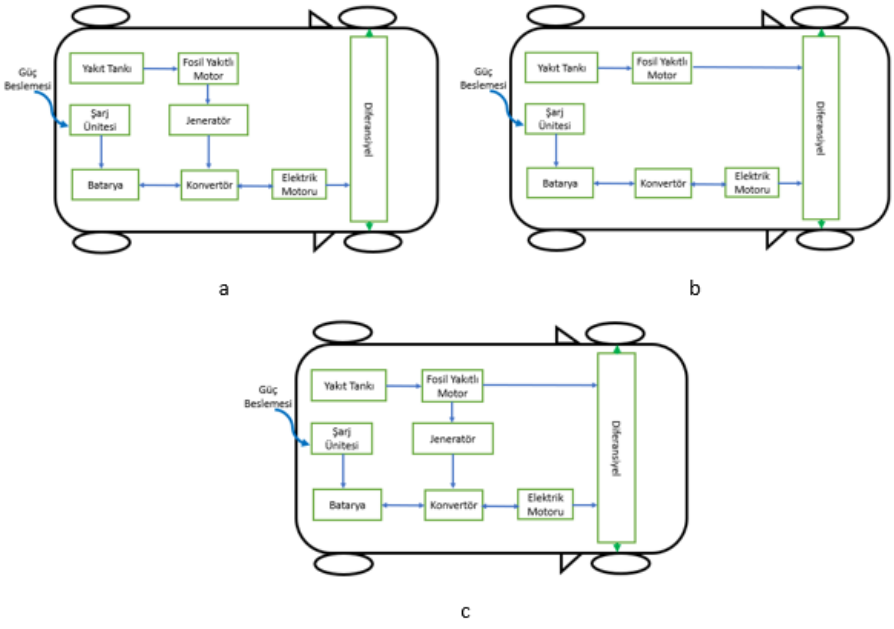
Şekil 1. Sadece Elektrikli Araç Mimarisi

Şarj edilmeyen hibrit elektrikli araçlar üzerinde hem elektrik motoru hem de fosil yakıtlı motor ile hareket enerjisi üretebilen sistemler mevcuttur. Bu araçlarda elektrik motorlarının ihtiyaç duyduğu elektrik yükü araç üzerindeki fosil yakıtlı motor aracılığı ile üretilir ve bataryalarda depo edilir. Harici olarak bataryalara yük sağlayacak bir elektrik besleme girişi yoktur. Şarj edilmeyen elektrikli araçlarda mimari yapılarına göre seri hibrit, paralel hibrit ve seri-paralel hibrit olmak üzere üç gruba ayrılırlar.



Şekil 2. Şarj Edilmeyen Elektrikli Araç Mimarileri a) Seri hibrit b) Paralel Hibrit c) Seri-Paralel Hibrit

Şarj edilebilir hibrit elektrikli araçlar sadece elektrikli araçlara göre daha karmaşık bir mimariye sahiptirler. Bu tip araçlar üzerinde hem elektrik enerjisi ile beslenen elektrik motoru hem de standart fosil yakıt ile beslenen motor bulunur. Hibrit elektrikli araçların mimari kurguları sadece elektrik motoru, sadece fosil yakıtlı motor veya fosil-elektrikli motorların beraber kullanılarak ilerleyecek şekilde yapılmıştır. Şarj edilebilen hibrit araçlar hem "On- Board" hem de "Off- Board" şarj edilebilecek şekilde tasarlanmış mimariye sahiptirler. Ayrıca üzerlerinde bulunan fosil yakıtlı motorlar onlara esnek kullanım ve şarja bağımlı olmama özelliğini sağlamaktadır. Şarj edilebilir elektrikli araçlar tasarımları göz önüne alındığında kendi içinde seri hibrit, paralel hibrit ve seri-paralel hibrit olmak üzere üç gruba ayrılırlar [Rodrigo Garcia, Joao Peças Lopes 2012].



Şekil 3. Şarj Edilebilen Elektrikli Araç Mimarileri a) Seri hibrit b) Paralel Hibrit c) Seri-Paralel Hibrit

3.1. Batarya Beslemesi (Şarj Ünitesi Bağlantısı)

Elektrik bağlantısı yapılarak bataryaları doldurulabilen tüm elektrikli araçlar şarj istasyonlarına bağlantı ünitesi ile bağlanmak zorundadırlar. Bağlantı üniteleri farklı şarj istasyonlarına uygun şekilde dizayn edilmektedir. Örneğin, elektrikli veya hibrit araçlar akım değeri düşükse Seviye 1 şarj istasyonlarından şarj edilebileceği gibi yüksek akım sağlayabilen şarj ünitelerinden de şarj edilebilir.

3.2. On-Board Şarj Ünitesi

On-board şarj üniteleri araç üzerine takılan paketler haline getirilmiş araç bataryası şarj cihazlarıdır. Bataryalar üzerindeki bataryalar akım sağlayan şebekelere bağlandığında akım direkt olarak batarya içerisinde bulunan hücrelere verilmezler. OBC (on-board charger) üniteleri üzerinden bataryalara yük akışı sağlanır. Bu şarj ünitelerinin içerisinde voltajın istenen değerlere ayarlanabilmesi adına AC-DC dönüştürücüler ve DC-DC voltaj regülatörleri bulunur. OBC'lerin temel görevleri,

- 50-60 Hz AC akımın DC ye dönüştürülmesi
- Batarya için gerekli DC voltaj seviyesinin ayarlanması
- Galvanik izolasyonun sağlanması
- Güç faktörünün ayarlanması (PFC: Power Factor Correction)
- Motor kontrol ünitesinin ark ve yüksek akım gibi hasarlardan korunması [Texas Instruments].

3.3. Batarya

Elektrikli araçlar üzerinde emre amade olarak yük depolanmasına olanak veren enerji depolama üniteleridir. Farklı malzemeler kullanılarak üretilmiş olan batarya tipleri kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Günümüz elektrikli araçları üzerinde en yaygın olarak lityum-iyon bataryalar tercih edilmektedir. Batarya sistemlerinin tercih edilmesinde en temel unsur ise bataryaların şarj tutma kapasiteleri olarak değerlendirilmektedir. Günden güne bataryalar üzerinde çalışmalar yapılmakta ve şarj tutma kapasiteleri arttırılmaktadır.

3.4. Batarya Yönetim Sistemi (BMS)

Elektrikli araçlar üzerinde bulunan batarya sistemlerinin yönetilmesinden ve araca elektrik enerjinin sağlanmasından sorumlu olan ünitedir. Batarya yönetim sistemleri batarya içerisinde bulunan hücrelerin dengeli şarj olmasını, elektrik motorunun beslenmesini, şarj ünitesi ile araç arası haberleşmesi ve bunun gibi birçok fonksiyonu yerine getiren elektrikli araçlar için yüksek önemi olan bir birimidir.

3.5. İnvertör

Elektrikli araçlar üzerinde bulunan invertör sistemleri elektrik motorlarının sürülmesinde görevli olan ara birimlerdir. Elektrik motoru tarafından ihtiyaç duyulan enerjinin batarya üzerinden çekilmesi ve sürücünün kullanış biçimine göre motora aktarılması işlemini kontrol eder. Ayrıca elektrikli araçların rejeneratif fren yapması esnasında ortaya çıkan enerjinin sisteme geri kazandırılması işlemi de invertör üzerinden yapılmaktadır.

3.6. Motor Kontrolcüsü

Elektrikli araçlar üzerinde var olan elektrik motorların kontrol edilmesinden sorumlu olan ünitedir. Elektrik motorların sürülmesi işini önceden belirlenmiş olan kontrol algoritmalarını kullanarak yapmaktadır.

3.7. Elektrik Motoru

Elektrikli araçlar üzerinde farklı tiplerde elektrik motorları kullanılmaktadır. Hibrit elektrikli araçlarda kalıcı manyetik alternatif akım motorları yaygın olarak tercih edilirken, sadece elektrik motorlu araçlarda ise AC indüksiyon motorları tercih edilmektedir.

4. ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYA TEKNOLOJİSİ

Elektrikli araçlar ilerlemeleri için gereken enerjiyi üzerlerinde taşıdıkları batarya ünitelerinden sağlayan araçlardır. Elektrikli araç bataryaları üzerlerinde bulunan seri paralel bağlı olarak paketlenmiş pil hücreleri bulundururlar. Bu pil hücreleri içerisinde bulunan anot ve katot tan oluşan kısımlarda kimyasal enerji depolanır ve emre amade olarak bekletilir [Rohit Ugle 2017]. Elektrikli araç üreticileri araç üzerinde bulunan bataryaları farklı senaryolar ile kullanabilmektedir, örneğin araç ilerlerken batarya üzerinden akım çekilirken araç frenlemeye girdiğinde veya yerçekimi etkisi ile serbest hareket etmeye başladığında bataryayı besleyecek şekilde ayarlanabilmektedir. Elektrikli araçlar üzerinde bulunan bataryalardan anlık olarak yüksek miktarlarda çekilebilen enerjinin elektrik motoruna direk olarak aktarılabilmesi sebebiyle bu araçlarda elde edilen anlık tork değerleri oldukça yüksektir. Fosil yakıtlı araçlarla anlık tork değerleri karşılaştırıldığında bataryaların elektrikli araçlara sağladığı avantaj görülebilir. Ayrıca bataryalardan dengeli ve istenen miktarda çekilebilen akım ile araçların sahip olduğu ivmelenmede yüksek ve sabit tutulabilmektedir [Sergio Manzetti ve Florin Mariasiu, 2015]. Elektrikli araçlar üzerinde kullanımı uygun olan batarya tiplerinin sahip olması gereken birtakım özellikler mevcuttur.

- Yüksek enerji tutma kapasitesine sahip olmalı
- Uzun depolama ömürleri olmalı
- Düşük üretim maliyetli olmalı
- Düşük batarya onarım ve değiştirme maliyeti düşük olmalı
- Yüksek güç/ağırlık oranına sahip olmalı
- Yüksek güç/kütle oranına sahip olmalı
- Yüksek verimliliğe sahip olmalı
- Stabil olmalı
- Güvenilir olmalı
- Çevre ve insan sağlığına zararlı ağır metaller içermemeli

Elektrikli araçlar üzerinde kullanılmak üzere otomotiv üreticileri tarafından kabul edilmiş farklı batarya tipleri mevcuttur. Günümüz teknolojisi ile üretimleri yapılan endüstride kabul görmüş olan batarya tipleri;

4.1. Nikel Metal Hibrit (NiMH)

Bu tip bataryaların üretim ve çalışma biçimi Nikel Kadmium bataryaların çalışma ve üretim biçimine benzemektedir. NiMH bataryaların en belirgin avantajı bataryanın maksimum kapasitesini etkileyen hafıza (Memory Effect) etkisinin olmamasıdır. Günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olan Li-Ion bataryalar ile karşılaştırıldığında yüksek deşarj katsayıları ve düşün enerji depolama kapasiteleri sebebiyle çok fazla tercih edilen bir batarya tipi değildirler [Sergio Manzetti ve Florin Mariasiu, 2015].

4.2. Lityum İyon (Li-ION)

Bu tip bataryaların en belirgin avantajı çok iyi enerji yoğunluğu ağırlık oranına sahip olmalarıdır. Bu avantajı ile kısıtlı alan ve ağırlıkta büyük yük depolama imkânları sağlayabilirler. Yaygın olarak kullanılmalarının önünde yüksek maliyet, aşırı ısınma ve düşük yaşam döngüsü gibi olumsuz özellikleri gibi engelleri vardır [Sergio Manzetti ve Florin Mariasiu, 2015].

Tablo 1. 2018 Yılı verilerine göre elektrikli otomobiller üzerinde kullanılan batarya tipleri

[BMW Model i3] [Chevrolet Bolt EV] [Fiat 500e] [Ford Focus Electric] [Kia Soul EV] [Nissan Leaf,] [Renault Zoe] [Smart Fortwo] [Tesla Model S] [Tesla Model X] [Tesla Model 3] [Volkswagen eGolf]

Marka / Model	Batarya Tipi
Tesla Model S P100D	Lityum İyon
Tesla Model X P100D	Lityum İyon
Tesla Model 3	Lityum İyon
BMW i3	Lityum İyon
Nissan Leaf	Lityum İyon
Ford Focus EV	Lityum İyon
Renault Zoe	Lityum İyon
Chevrolet Bolt EV	Lityum İyon
Volkswagen e-Golf	Lityum İyon
Kia Soul EV	Lityum İyon
Fiat 500e	Lityum İyon
Smart ED	Lityum İyon

4.3. Lityum İyon Polimer (Lithium-Ion Polymer)

Klasik lityum iyon bataryalar ile kıyaslandığında kullanım ömürleri ve şarj deşarj ömürleri fazladır. Aşırı yük altında ve belirli değerlerin altında deşarj edilmeleri durumlarında bile dengeli ve fonksiyonel olarak çalışabilirler. Bu özellikleri ile kendilerine yaygın kullanım alanı bulurlar. Elektrikli araç üreticileri tarafından üretilmekte olan 2018 model yılı elektrikli otomobillerde avantajları sebebiyle lityum iyon bataryalar tercih edilmektedir [Sergio Manzetti ve Florin Mariasiu, 2015].

4.4. Sodyum Nikel Klorid (NaNiCl)

Bu tip bataryalarda 270-350 derece çalışma sıcaklığında erimiş tuz elektroliti bulunur. Yüksek enerji depolama kapasitesi ile avantaja sahip olsalar da kullanım sırasında güvenliklerinin düşük olması ve depolama sürelerinin kısa olması sebebiyle çok fazla tercih edilen bir batarya tipi değildir [Sergio Manzetti ve Florin Mariasiu, 2015].

5. BATARYA YÖNETİM SİSTEMİ TEKNOLOJİSİ

Elektrikli araçlar üzerinde hareket için gerekli enerjinin depolandığı batarya üniteleri bulunur. Bu ünitelerin şarj deşarj işlemleri de kontrollü olarak yapılmalıdır. Batarya hücrelerinin düzen içerisinde işletilmesi için bir kontrol mekanizmasına ihtiyaç vardır. Şebekeye üzerinden araca aktarılan enerjinin batarya içerisinde bulunan hücrelere dengeli olarak dağıtılması ve depolanması batarya kontrol sistemlerinin öncelikli fonksiyonudur. Eğer batarya hücreleri dengeli şarj edilmez ise hücreler arasında dengesizlik oluşmakta ve batarya modülleri kullanılamaz hale gelebilmektedir. Bunun engellenmesi ve bataryaların kontrol altında tutulabilmesi için BMS (Battery Management System) birimleri yaygın olarak kullanılmaktadır [Yubo Wang 2017].

Batarya yönetim sistemleri dört ana öğeden meydana gelir. Batarya yönetim sistemlerinin önemli kısımları olan bu dört öğe; mikro denetleyici, devre izolasyon cihazları, anahtarlama ekipmanları ve ölçüm cihazları olarak sıralanabilir. Batarya yönetim sistemleri içerisindeki akışı sağlayacak olan birim mikro denetleyici kısmıdır. Bu birim mümkün olduğunca küçük, anahtarlama yapacak kadar güçlü ve anahtarlama ekipmanlarının milisaniyeler mertebesindeki tepkilerine uyum sağlayabilecek kadar hızlı olmalıdır.

Batarya yönetim sistemi ekipmanları tasarlanırken önemli diğer bir nokta ise anahtarlama elemanlarıdır. Genellikle hızlı çalışmaları ve uygun frekansları sayesinde MOSFET ler tercih edilir, özellikle Logic-Level MOSFET ler bu iş için yaygın olarak kullanılmaktadır. MOSFET çözümlerinden farklı olarak kullanılabilen

anahtarlama röleleri de vardır fakat röle kullanımı sonucunda frekans uyumsuzluğu ve frekans limit değerleri sınırlandırıcı olabildiği için çok fazla tercih edilmemektedirler.

Batarya yönetim sistemi ekipmanlarının tasarımında yüksek gerilim ve düşük gerilim sistemleri arasındaki devre izolasyonu sistemin güvenli çalışabilmesi açısından çok önemlidir. Çoğu izolasyon devresi yüksek voltaj ve düşük voltaj devrelerini birbirinden ayırırken bu iki devrenin birbiri ile haberleşmesini sağlaması gerekir ve işlem optokuplörler vasıtasıyla gerçekleşir.

Batarya yönetim sistemleri içerisinde oluşan pek çok değişimin hızlı şekilde belirlenmesi, ölçülmesi ve karşılaştırılması gerekir. Bu sebeple ölçüm ekipmanlarının önemi büyüktür. Sistemler içerisinde yer alan batarya hücrelerinin voltaj değerlerinin belirli değerlerde tutulması ve diğer hücreler ile dengeli olması gerekmektedir. Bu dengenin sağlanmasında sensörlerden alınan ölçüm değerleri kullanılır. Genellikle hücrelerde üretilen analog veriler analog-dijital veri dönüştürücüleri yardımı ile dönüştürülür ve değerlendirme işleminde kullanılırlar çünkü değerlendirmenin kesin olarak yapılabilmesi ilkesi esastır. Sistemler içerisinde yer alan ölçüm ekipmanlarının kullanılacağı birimler içerisinde ve paket içerisindeki konumları da büyük önem teşkil etmektedir, genellikle tasarım aşamasında termal verilen ve elektrik alan verileri sonucunda konumlandırmaları yapılmaktadır [Ryan Alexander Bell 2017].

6. SONUÇ

Elektrikli araçlar mimari açıdan incelendiklerinde hibrit ve sadece elektrikli olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Piyasada satılmakta olan sadece elektrik motorlu araçların temelde aynı bileşenleri kullandıklarını görmekteyiz. Sadece elektrik motorlu araçlar için temel olan bileşenler batarya, şarj ünitesi, motor sürücüsü, elektrik motoru, konvertör, invertör ve hareket aktarım mekanizmalarıdır. Hibrit araçlar için ise bu mekanizmalara ek olarak fosil yakıtlı motor sistemi eklenmektedir.

Elektrikli araçlar batarya sistemleri açısından incelendiklerinde ise pek çok farklı batarya sistemi denenmiş olmasına rağmen lityum iyon bataryalar Teknik özellikleri ile ön plana çıkmıştır ve günümüz elektrikli araçlarında kullanılmaktadır. Batarya sistemleri günümüz elektrikli araçlarının kaderini belirleyen rolü sahip oldukları şarj tutma kapasiteleri ile belirleyebilir hale gelmiştir.

Elektrikli araçların tüm olumlu özellikleri sebebiyle yoğun talep görmesi neticesinde elektrikli araçlar konusunda pek çok araştırma yapılmakta ve gelişme sağlanmaktadır.

Çalışma kapsamında farklı elektrikli araç marka ve modelleri incelenmiştir. Sahip oldukları mimari yapı ve bileşenleri belirlenmiştir. Bu mimari yapı içerisinde temel olarak batarya, şarj ünitesi, motor sürücüsü, elektrik motoru, konvertör, invertör ve hareket aktarım mekanizmalarıdır. Elektrikli araç bataryaları göz önüne alındıklarında en gelişmiş özellikleri sahip olarak lityum iyon polimer bataryalar ön plana çıkmaktadır ve tabloda belirtildiği üzere elektrikli araç modellerinde yaygın lityum iyon polimer bataryalar kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

Armağan Temiz 2015, Assessment of Impacts of Electric Vehicles on Low Voltage Distribution Network in Turkey, Middle East Technical University Master of Science Thessis

BMW Model i3, https://www.bmw.com.tr/tr/all-models/bmw-i/i3/2017/range-charging-efficiency.html , Erişim Tarihi:13.09.2018

Chevrolet Bolt EV, https://www.chevrolet.com/electric/bolt-ev-electric-car , Erişim Tarihi:13.09.2018

Fiat 500e, https://www.fiatusa.com/500e.html , Erişim Tarihi:13.09.2018

Ford Focus Electric, https://www.ford.com/cars/focus/models/focus-electric/ , Erişim Tarihi:13.09.2018

Kia Soul EV, https://www.kia.com/us/en/vehicle/soul-ev/2018/charge , Erişim Tarihi:13.09.2018

Nissan Leaf, https://www.nissan.co.uk/vehicles/new-vehicles/leaf/range-charging.html , Erişim Tarihi:13.09.2018

Renault Zoe, Renault Battery Development Department, Dr.Bruno Delobel, Dr.Isabel Jımenez Gordon, Dr.Lucie Leveau, ZOE Battery Durability,Field Experience and Future Vision, http://cii-resource.com/cet/AABE-03-17/Presentations/BMGT/Delobel_Bruno.pdf , Erişim Tarihi:13.09.2018

Rodrigo Garcia, Joao Peças Lopes 2012, Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks, ISBN: 978-1-4614-0134-6

Rohit Ugle 2017, Performance Optimizatio of Onboard Lithium Ion Batteries for Electric Vehicles, ProQuest Number: 10219018

Ryan Alexander Bell 2017, A New Approach to Battery Management System Control Design for Increasing Battery Longevity, Clemson University, ProQuest Number: 10275466

Sadhana Shrestha 2016, Spatial-Temporal Stochasticity of Electric Vehicles in Integrated Traffic and Power System, ProQuest Number: 10157530

Sergio Manzetti, Florin Mariasiu, 2015, Electric Vehicle Battery Technologies: From Present State to Future Systems, RenewableandSustainableEnergyReviews51(2015)1004–1012

Smart Fortwo, https://www.smart.com/en/en/index/smart-fortwo-electric-drive-453/technical-data.html , Erişim Tarihi:13.09.2018

Texas Instruments, On-Board(OBC)&Wireless Charger http://www.ti.com/solution/hevev_onboard_obc_wireless_charger , Erişim:13.09.2018

Tesla Model S, https://www.tesla.com/models , Erişim Tarihi:13.09.2018

Tesla Model X, https://www.tesla.com/modelx , Erişim Tarihi:13.09.2018

Tesla Model 3, https://www.tesla.com/model3 , Erişim Tarihi:13.09.2018

Volkswagen eGolf , http://www.vw.com/content/dam/vwcom/brochures/2017/VW_MY17_eGolf_Digital.pdf , Erişim Tarihi:13.09.2018

Yubo Wang 2017, Vehicle-to-Grid Integration to Power Grids, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, ProQuest Number: 10255352

Zhe Yu 2017, Large Scale Charging of Electric Vehicles: Technology and Economy, Cornell University Graduate School, Cornell's Digital Repository.