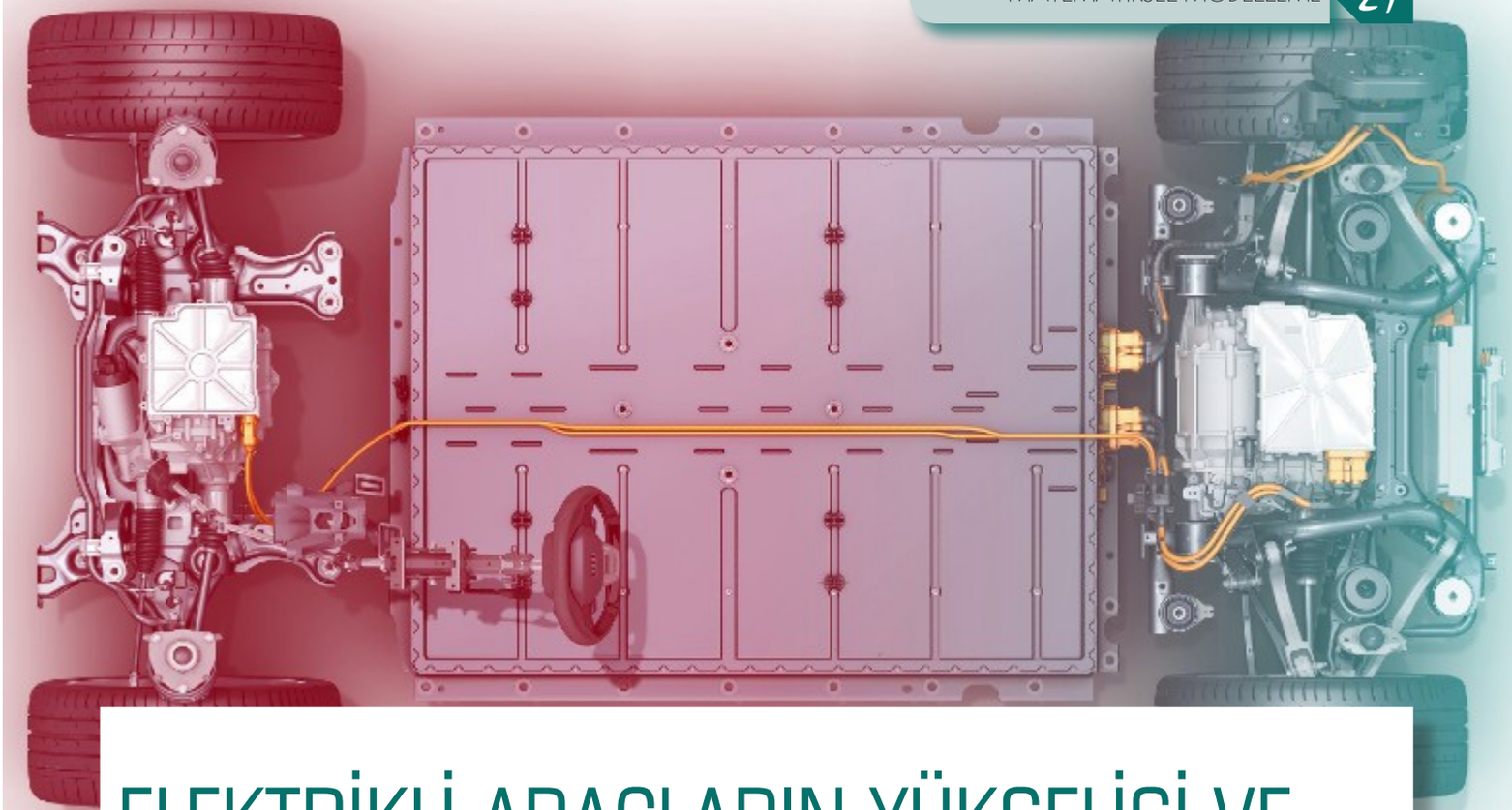


ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN YÜKSELİŞİ VE BATARYA ISIL YÖNETİM SİSTEMİ

Erdal Çetkin[1]

1. GİRİŞ

Birçok ülkede 2030 yılına kadar dizel araçların kullanımının yasaklanmasına yönelik yasal düzenlemeler yapılmıştır. Belirtilen tarihe kadar bu araçların şehir merkezlerine girmesinin yasaklanmasını öngören ülkeler olmakla birlikte, benzinli araçlar da dahil olmak üzere tüm içten yanmalı motora sahip araçların satışının yasaklanmasını yasalaştıran ülkeler de bulunmaktadır. İçten yanmalı motora sahip araçların egzoz salınımı ile çevreye verdikleri zarar bu kararların en büyük nedenidir. Kovid-19 pandemisi nedeniyle insanların evde karantina sürecinde olduğu kentlerde hava kalitesinin büyük oranda arttığı gözlemlenmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Yüksek Mühendisi Bahar Tuncel, Nisan 2020 tarihinde partikül madde açısından değerin pandemi öncesinde 45-55 mikrogram/metreküp seviyesinden 30 mikrogram/metreküpe düştüğünü açıklamıştır [1].

Ulaşım nedeniyle çevreye verilen zararın azaltılmasının çözümü olarak ise, içten yanmalı motordan daha eski bir teknoloji öne çıkmaktadır; elektrikli araçlar. Yıllar içerisinde batarya teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, batarya ömürleri ve araç menzilleri büyük oranda artmıştır. Böylece elektrikli araçların yükselişi başlamıştır. Elektrikli araçların, depolanan elektrik enerjisini kullanmaları nedeniyle

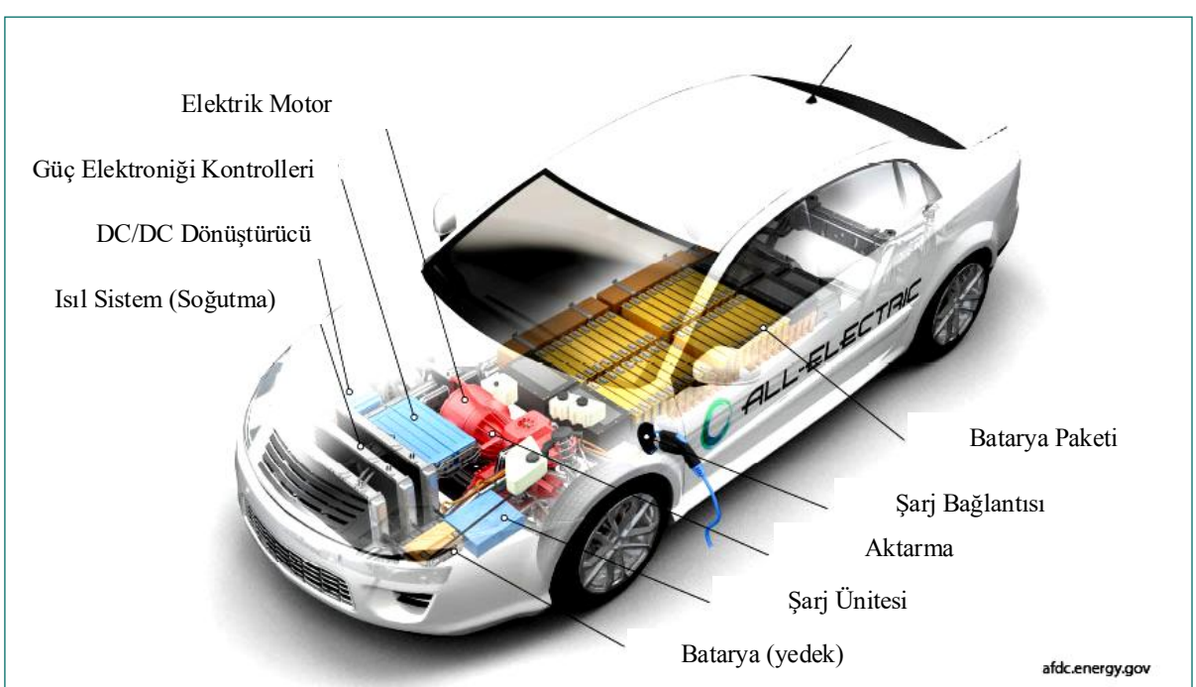
[1] İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Urla, İzmir - *erdalcetkin@iyte.edu.tr*

hareketleri sırasında egzoz salınımı olmamaktadır. Ancak, burada elektriğin hangi kaynaktan ve nasıl üretildiği de önem arz etmektedir. Literatürde bazı çalışmalar göstermiştir ki, kömürden elektrik üretilmesi durumunda elektrikli araçlar için kilometre başına ortama salınan zararlı maddeler, içten yanmalı araçlara oranla daha çok olmaktadır. Bu nedenle, elektrikli araçlarda kullanılacak olan elektriğin üretimi sırasında ortaya çıkacak emisyonların en düşük seviyede olması önem arz etmektedir. Özellikle Güneş, Jeotermal ve Rüzgar gibi yenilebilir kaynaklar ile üretilen elektriğin elektrikli araçlarda kullanılması, çevreye olan zararların ortadan kaldırılması için önem arz etmektedir.

Elektrikli araçlar denilince her ne kadar ilk aşamada binek araçlar düşünülse bile, toplu taşıma araçları, yük taşıyan araçlar, gıda depolarında ve madenlerde çalışan her türlü araç elektrikli dönüşümüne uğramaktadır. Örneğin Avrupa Birliği, gıda depolarında dizel araçların oluşturduğu emisyonların gıdalardaki zararlı etkisi nedeniyle, dizel araç kullanımını yasaklamıştır. Bu nedenle elektrikli forkliftlerin kullanımı giderek hız kazanmıştır. Madenlerde hava kalitesinin önemi nedeni ile maden makinalarında da zararlı madde emisyonu (veya salımı) olmayan elektrikli araçlara geçiş hız kazanmıştır. Mümkün olan tüm araçların elektrikli hale gelmesiyle çevreye salınan zararlı gazların azalmasının yanında, yakıt, kullanım ve bakım maliyetlerinin azalıyor olması da elektrikli araç devrimini hızlandıran faktörler arasındadır.

Elektrik üretiminin çevresel etki düşünülerek yapılması durumunda, elektrikli araçların rakiplerine göre çevreye olan etkisinin çok daha az olduğu aşikardır. Bu nedenle çevre bilincinin artması ve elektrikli araç teknolojisi ile altyapısının insanların isteklerini karşılar hale gelmesiyle elektrikli araç sayılarının hızla artması beklenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansının son açıklaması, 2019 yılında satılan elektrikli araç sayısının 2 milyon 100 bin adet olduğu ve bir önceki yıla göre yüzde 40 arttığı dır. Böylece, dünyada 7 milyon 200 bin adet elektrikli aracın kullanımda olduğu şeklindedir. Bu veriler, elektrikli araç sayısının zamanla üstel olarak artacağını göstermektedir.

Özetle, her türlü taşımacılık faaliyeti ile ilişkili çevreye olan etkilerin azaltılabilmesi için elektrikli araçların kullanılması büyük önem arz etmektedir. Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu da dahil olmak üzere dünyadaki birçok firma, geleceğin ulaşım çözümünün elektrikli araçlar ile olacağını öngörmektedir. Elektrikli araçlar, özellikle batarya teknolojisindeki gelişmeler sayesinde büyük bir yükseliş dönemi yaşamaktadır.



Şekil 1. Elektrikli Araç Elemanları [2]

2. ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYA PAKETİ

Elektrikli araçlar içten yanmalı motora sahip araçlar ile bazı ortak parçalar bulundurmakla birlikte, asıl farklılığı depolanan elektrik enerjisinin harekete dönüşmesini sağlayan bileşenleri nedeniyledir. Elektrikli araçların en önemli bileşenleri, Batarya Paketi, Elektrik Motoru ve Kontrol Ünitesidir. Kontrol ünitesinden gelen komutlara göre elektrik motoruna güç aktarılması veya elektrik motoruna bağlı olan tekerlerden güç aktarımı ile bataryaların şarj edilmesi sağlanır (rejenaratif frenleme). Kontrol ünitesindeki kararları verecek algoritmalar birçok firmanın kendi yazılımlarına dayanmaktadır. Örneğin, Tesla firması kendi geliştirdiği algoritmalar sayesinde mekanik diferansiyelin yaptığı işlev, tekerleğe bağlı olan elektrik motorlarının kullanılması ile gerçekleştirmiştir. Bu ise, mekanik parça kullanımını ve bakım sıklığını azaltmaktadır. Elektrik motor teknolojisi uzun yıllar içerisinde büyük gelişme göstermiş olup, elektrik motor verimlerini diğer motorlara kıyasla çok yüksek bir noktaya getirmiştir.

Batarya hücreleri ve hücrelerin paketlenmesi ise nispeten yeni bir ihtiyaç olarak doğmuştur ve gelişmeye açık bir alandır. Birçok araştırmacı, batarya hücrelerinin kimyası ve yapısı üzerinde geliştirme çalışmaları yürütmektedir. Çeşitli elektrot kimyasal yapılarına , Lityum Manganez Oksit, Lityum Titanat Oksit, Lityum Kobalt Oksit, Lityum Demir Fosfat, Lityum Nikel Manganez Kobalt Oksit örnek olarak verilebilir. Batarya hücreleri ise, genelde şekline göre adlandırılmakta olup, üç adet genel sınıflandırma yapılmaktadır. Bunlar ise Silindirik, Kese ve Prizmatik hücre tipleridir. Kese tipi hücreler bazı bilimsel yayınlarda şeklinden dolayı prizmatik olarak adlandırılmakla birlikte, prizmatik hücrelerden dış korumasının sert bir yapıda olmaması ile ayrılmaktadır.

Batarya hücrelerinde birim hacim ve ağırlıkta en yüksek enerjiyi depolamak (enerji yoğunluğu) ve en yüksek gücü depolamak (güç yoğunluğu) birçok firmanın hedefleri arasındadır. Batarya hücreleri, enerji yoğunluğu yüksek veya güç yoğunluğu yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. Güç yoğunluğu yüksek hücreler, birim hacim/ağırlık başına enerji yoğun olanlara kıyasla daha az enerji depolamakla birlikte, daha yüksek güç sağlamaktadır, yani daha hızlı deşarj olabilmektedirler. Şarj ve deşarj hızını belirtmek için ise C-oranı kullanılmaktadır. C-oranı, bir (1) olduğunda, bataryanın bir saatte tamamıyla şarj veya deşarj olacağı anlaşılmaktadır. 2C oranında, batarya 30 dakika içerisinde şarj veya deşarj olacaktır.

Tablo 1, bazı elektrikli araç modellerinin batarya kapasitelerini, çalışma voltajını, soğutma sistemini ve batarya hücrelerinin bağlantı şekillerini özetlemektedir. Bu araçlar incelendiğinde araçların batarya kapasitelerinin yıllar içerisinde artış gösterdiği ve 50kWh üstü batarya paketlerinin kullanılmasının yaygınlaşmaya başladığı görülmektedir. Böylece araçların daha uzun mesafe katetmesi hedefine araç firmaları yaklaşmaya çalışmaktadırlar.

Diğer bir husus ise, araçların birçoğunun yüksek voltaj altyapıları ile yapılmaya başlanmış olmasıdır. Son yıllarda ortaya çıkan araçlar, 400 V civarında altyapıya sahipken, Porsche Taycan bu değeri 800 V`a çıkararak, voltajın yıllar içerisinde artmasının muhtemel olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun bir nedeni, yüksek voltajlı sistemlerde akım değerlerinin aynı güç oranı için daha düşük olacak olmasıdır. Böylece kayıpların azaltılması ve daha hızlı şarj yapılmasının sağlanması hedeflenmektedir. Ancak, yüksek voltajlı sistemlerde yüksek akım geçen sistemlere benzer şekilde yüksek ısı üretimi gerçekleşmektedir. Bu nedenle batarya paketlerinin aktif olarak soğutulması bir gerekliliktir. Özellikle hızlı şarj durumunda, bu bir zaruriyet haline gelmektedir.

Batarya paketlerinin ısıl yönetimi için birçok farklı yöntem bulunmakla birlikte, Tablo 1`in de gösterdiği üzere, araç firmaları hava ve sıvı soğutma çözümlerini tercih etmektedir. Bunun bir nedeni, birçok otomotiv firmasının içten yanmalı motorlar ile ilgili hava ve sıvı soğutmaya dair bilgi birikimlerinin olmasıdır. Akademik yayınlar, soğutma için ısı boruları, faz değiştiren malzemeler ve termoelektrik çözümlere yönelik bilgiler içermektedir. Ancak, bilimsel yayınlarda önerilen çözümler genellikle çok yer kaplayan, ağır veya yüksek enerji tüketimi bulunan çözümlerdir. Bu nedenler ise elektrikli araç firmalarının hava ve sıvı soğutmaya yönelmesinin bir diğer nedenidir.

Batarya paketlerinin soğutulması gerektiği gibi bazı durumlarda ısıtılması da gerekmektedir. Batarya hücrelerinin belirli sıcaklığın altında çalıştırılması, yüksek iç gerilim nedeniyle tavsiye edilmemektedir. Ayrıca, buzlanmaya sebep olacak sıcaklıklarda hücrelerin çalıştırılmaması gerekmektedir. Batarya hücrelerinin ısıtılması sırasında

Tablo 1. Bazı Elektrikli Araç Batarya Paketleri Özellikleri ('s' ve 'p', sırasıyla seri ve paraleldir), Ref. [3]

Marka ve Model	Batarya Kapasitesi (kWh)	Batarya Konfigürasyonu	Isıl Yönetim Sistemi	Toplam Nominal Voltaj (V)
Audi e-Tron	71/95	108s3p/ 108s4p	Sıvı Soğutma	396
Mercedes EQC	80	96s4p	Sıvı Soğutma	405
Tesla Model S	60/100	96s74p	Sıvı Soğutma	375
Jaguar I-Pace	90	108s4p	Sıvı Soğutma	389
Hyundai Kona	64	98s3p	Sıvı Soğutma	356
Renault ZOE ZE50	52	96s2p	Hava Soğutma	400
Chevy Bolt - EV	66	96s3p	Sıvı Soğutma	350
Nissan Leaf	39.4/62	96s2p / 96s3p	Hava Soğutma	360
VW e-Golf	35.8	88s3p	Hava Soğutma	323
Skoda CITIGO-e iV	36.8	84s2p	Hava Soğutma	302.4
BMW i3	33.7/42.2	96s1p	Sıvı Soğutma	352
KIA e-Soul and e-NIRO	67.1/39.2	96s3p	Sıvı Soğutma	375/240
Porsche Taycan Turbo-TurboS	79.2/93.4	198s2p	Sıvı Soğutma	800
Hyundai Ioniq	40.4	88s2p	Sıvı Soğutma	316.4
Peugeot e-208	50	108s2p	Sıvı Soğutma	400
Opel Corsa-e	50	108s2p	Sıvı Soğutma	400
Tesla Model X P100D	100	96s86p	Sıvı Soğutma	350
Tesla Model 3 SR	50	96s31p	Sıvı Soğutma	350
Renault Twingo ZE	22	96s2p	Sıvı Soğutma	400

elektrik kullanılması gerekliliğinden dolayı ise, soğuk yerleşim alanlarında elektrikli araçların kullanım mesafeleri büyük oranda azalmaktadır. Yeni nesil ısıl yönetim sistemleri, bu probleme yönelik çözümler de içermektedir.

Batarya hücreleri, kimyasına bağlı olarak farklı sıcaklıklarda en yüksek verim ile çalışmakla birlikte, çalışma sıcaklığının 25-30 °C civarında olması genel olarak kabul görmektedir. Hatta 30 ila 40 °C arasındaki her 1 °C artışın, batarya hücresinin ömründen 2 ay kısaltmaya neden olduğu bilimsel çalışmalarda belirtilmektedir [4]. Ayrıca, hızlı şarj durumunda batarya hücresinin sıcaklığı artmakta bu nedenle bataryaların kullanım ömrü de azalmaktadır. Örneğin Tesla firması, batarya kapasitesindeki düşüş belirli bir oranın üzerinde olması durumunda, şarj istasyonunda hızlı şarj yapılmasını yazılımsal olarak engellemektedir.

Daha yüksek sıcaklıklarda ısıl kaçak adı verilen olay nedeniyle, batarya hücrelerinin yanma ve patlama riski artmaktadır. Isıl kaçak, batarya hücrelerinin kısa devre olması ile ısı üretiminin artması ve batarya hücreleri içerisindeki anot ve katod arasındaki separatörlerin erimesi ile kısa devrenin diğer hücrelere yayılması ile oluşmaktadır. Bazı bilimsel yayınlarda, lityum dendrit büyümesi ile separatörlerin yırtılması, kısa devre nedeni olarak gösterilmektedir. Aynı zamanda literatür, lityum dendrit büyümesinin de sıcaklık ile tetiklendiğini göstermektedir.

Özetle, batarya hücrelerinin kullanım ömrünün artırılması ve ısıl kaçak gibi nedenlerden dolayı oluşabilecek risklerin önlenmesi için batarya ısıl yönetim sistemi büyük önem arz etmektedir. Özellikle hızlı şarj altyapısı bulunan, yüksek çalışma voltajlı, yüksek batarya kapasiteli paketler için ısıl yönetim sistemlerin önemi gün geçtikçe artmaktadır.

3. YENİ NESİL BATARYA PAKETLERİ ve HELIOS

Yeni nesil batarya paketleri, kısa sürelerde şarja olanak sağlayan, hafif, daha az yer kaplayan, aktif ısıl yönetim sayesinde, güvenlik riski içermeyen ve batarya hücrelerinin daha uzun süre kapasite düşümüne uğramadan kullanılmasının önünü açacaktır. Bu kapsamda birçok firmanın çeşitli çalışmaları olmakla birlikte, Avrupa. Birliği gibi kuruluşlar da proje destek çağrıları açarak bu alandaki gelişmenin ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır.

Yeni nesil batarya paketlerinin geliştirilmesine yönelik LC-BAT-10-2020 çağrısı kapsamında desteklenmeye hak kazanan HELIOS projesinin ortaklarından birisi de İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü`dür (İYTE). Bu proje kapsamında yeni nesil batarya paketlerinin ısıl yönetim sisteminin geliştirilmesi, İYTE Makina Mühendisliği öğretim üyesi Doç. Dr. Erdal ÇETKİN yürütücülüğünde gerçekleştirilecektir.

Literatür, batarya ısıl yönetim sistemlerinde farklı metodlarının kullanılmasının avantaj ve dezavantajlarını gösteren birçok yayını içermektedir. Bu yayınlarda yalnızca hücrelerin sabit sıcaklıkta tutulması için gerekli önlemler alınmış olup, araç firmaları için elzem olan ağırlık, hacim ve enerji tüketimi kriter olarak değerlendirilmemektedir. Otomotiv firmaları ise, içten yanmalı motorlu araçlarda yaygın olarak kullandıkları çözümleri elektrikli araçlara adapte ederek yenilikçi çözümlere uzak kalmaktadır. Yeni kurulan elektrikli araç firmaları bile ısıl tasarım mühendislerini genellikle otomotiv firma tecrübesi olanlardan seçmektedir.

4. SONUÇ

İhtiyaçlara yönelik ısıl yönetim sistemlerinin geliştirilmesi için otomotiv sektörünün ihtiyaçlarına yanıt veren ve sabit çalışma sıcaklığını sağlayan çözümlere ihtiyaç bulunmaktadır. HELIOS projesi kapsamında geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütüceğimiz ısıl yönetim sistemi ise, tüm ihtiyaçları karşılayan, patentli ve yenilikçi yaklaşımlar içerecektir. Özetle, İYTE olarak ortağı olduğumuz HELIOS projesi kapsamında geleceğin elektrikli araçlarının batarya paketlerine yönelik ısıl yönetim sistemlerini geliştirerek hem yangın gibi güvenlik risklerini ortadan kaldıracak hem de bataryaların kullanım ömrünü uzatacağız.

TEŞEKKÜR

Dr. Çetkin`in araştırması UFUK2020 kapsamında 963646 numaralı HELIOS projesiyle desteklenmektedir. Dr. Çetkin finansal destek için Avrupa Birliği Komisyonuna teşekkür eder.

KAYNAKÇA

1. bb.istanbul/News/Detail/36752, 17 Aralık 2020 tarihinde ulaşıldı.
2. https://www.nrel.gov/research/transportation-all-electric.html, 8 Ocak 2021 tarihinde ulaşıldı.
3. **Güngör, S., Göçmen, S., Çetkin, E.** "A Review on Battery Thermal Management Strategies in Lithium and Post-Lithium Batteries for Electric Vehicles", eTransportation, değerlendirme aşamasında.
4. **Motloch, C.G., Christophersen, J.P., Belt, J.R., Wright, R.B., Hunt, G.L., Sutula, R.A., et al.** 202. "Highpower battery testing procedures and analytical methodologies for HEV's". Futur Car Congr., 2002:1–7.