

Global Karbonsuz Güç Depolama Tesisleri Sayesinde Dünya Doğa Dostu Yeni Kuşak Akümülatör Endüstrisi Gelişimi ve Yaygınlaşması Periyodu

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

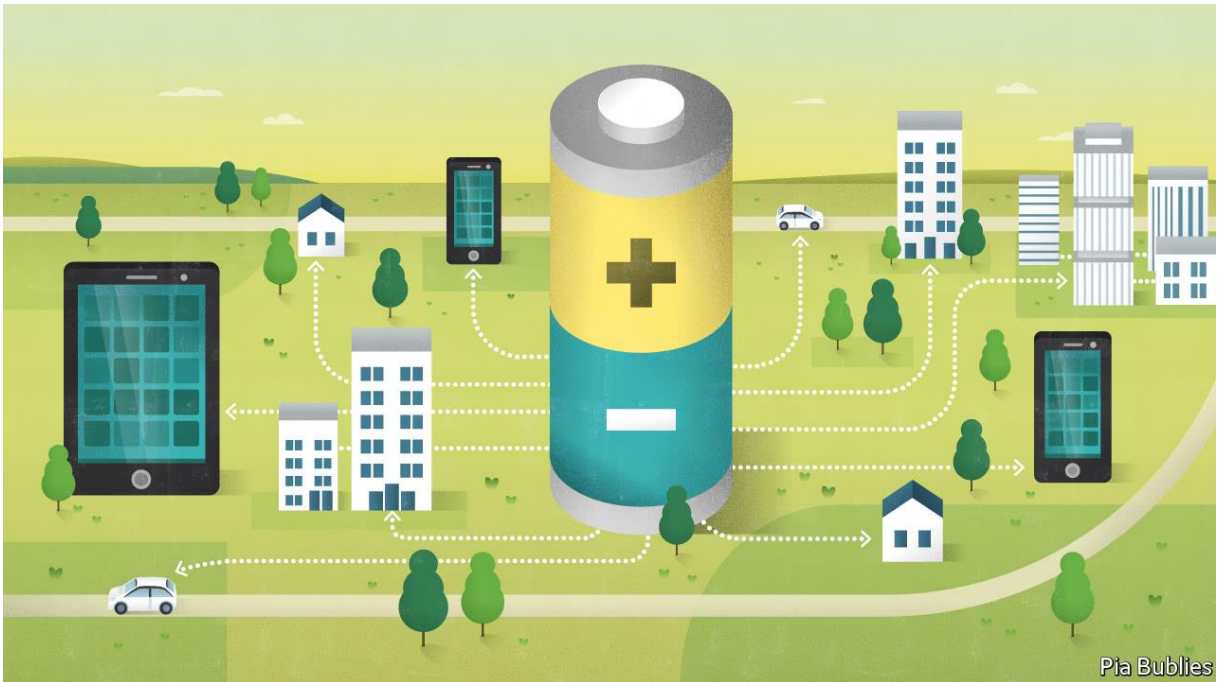
Küresel fosil yakıtlar kökenli enerji üretimi bağımlılığı %80 düzeyine ulaşarak güneş sistemi içinde yaşamaya elverişli mavi gezegenin geleceği açısından global ısınma ve iklim değişiklikleri felaketleri, Kuzey - Güney Kutupları buzul kütlelerinin haritadan silinmesi ve dünyanın çatısı sayılan Tibet Yaylası buzullarının erimesi, dünyanın ağırlık merkezi değişmesi neticesi deprem fay hatları üzerinde olan ülkelerde küresel muhtemel yer sarsıntısı afetlerinin sık aralıklarla tetiklenmesi, deniz ve okyanus seviyelerinin yükselmesi, denizlerin asitlenmesi ve su ürünleri nesillerinin tükenmesi olasılıkları artmaktadır. Böylece, küresel ekolojik denge koşullarının bozulması neticesi yeşil örtü ile kaplı yegâne gezegen dünya; bölgesel kuraklık ve susuzluk sorunları aynı zamanda sürdürülebilir yerel bitki florası ve faunası çeşitlerinin (bitki ve hayvan türlerinin) yok olması tehlikeleri ile yüz yüze kalmaktadır. Hızla gelişen global iklimsel ve ekolojik olumsuz şartlar altında küresel batarya sanayi dalı ise ileri, yenilikçi ve çevreci girişimler içinde gelişimini sürdürmektedir. Dünya otomotiv sektörü dalında şimdilik yavaş da olsa küresel çevre dostu sıfır emisyonlu akümülatörlü alternatif yeşil arabalar giderek tercih nedeni sayılmaktadır. Global evrimsel akü sanayi ilerlemesi perspektifleri doğrultusunda ise özellikle geleceğin beyaz altını küresel lityum madenleri ön plana çıkmaktadır. İnovasyona dayalı lityum iyonlu piller, bataryalar ve akümülatörler gerçekte akıllı cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlar, konutlar ve işyerleri kesintisiz güç arzı temini, karbonsuz elektrikli otomobiller tasarımları ve yenilenebilir enerji kaynakları YEK kökenli güç kompleksleri yenilikçi elektrik enerjisi depolama sistemleri yoluyla modern yaşantının vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. Ortaya çıkan ileri ve çağdaş teknolojik atılımlara paralel şekilde dünya yeni nesil akü endüstrisi büyük bir değişim ve dönüşüm süreci geçirmektedir. Geleneksel içten yanmalı motor üniteli sistemlerden küresel inovatif yeni kuşak batarya teknolojileri dönüşüm süreci sonucunun başarılı olup olmayacağı bu yazı kapsamında ayrıntılı biçimde sorgulanmaktadır.

Nissan Sunderland Araba Fabrikası imalat bandı üzerinde tesisin yoğun üretimleri arasında sayılan çok sayıda **Qashqai** spor otomobil taşıtları (**Sport Utility Vehicles - SUVs**) şasilerine yakıt depoları montaj çalışmaları yapılmaktadır. Bununla beraber otomobil üretim hattı boyunca çoğu kez **Nissan Leaf** elektrikli arabalar da dikkat çekmektedir. Böylece, **Leaf** elektrikli otomobil ünitelerine klasik fosil yakıt tankları yerine yeni nesil lityum iyon aküleri monte edilmektedir. Yenilikçi robotik kollar sayesinde konvansiyonel **içten yanmalı motorlar** safhasından düzenli aynı zamanda kusursuz inovatif şarj edilebilir bataryalı elektrikli karayolu vasıtaları sürecine doğru dönüşüm yaşanmaktadır. Küresel otomotiv endüstrisi dalında çalışan kişilerin büyük bir kesimi yakın zamanlara kadar geleneksel fosil yakıtlı otomobil ünitelerinden tek şarjla uzun yol alan yenilikçi akülü elektrikli arabalar devrine bir değişimi olanaksız ve tasavvur edilemez olarak düşünmüştür. **içten yanmalı motor** (Internal Combustion Engine – **ICE**) üniteli klasik ulaşım araçları global karayolları ve deniz yolları hakimiyeti 20. yüzyıl boyunca devam etmiştir. Ancak, günümüz insan sağlığı, çevre güvenliği ve global ekolojik denge perspektifleri açısından doğa dostu elektrikli taşıt

araçları lehine avantajlı bir süreç başlamaktadır. Örneğin, dünyanın en çok elektrikli araç satılan modeli **Leaf** marka araba, 2016 yılında İngiltere dev **Sunderland Otomobil Fabrikası** tesislerinde 17500 adet üretilmiştir Aynı fabrika 310000 adet **Qashqai** model taşıt araçları imal etmiştir. **Qashqai** spor araçları **Leaf** model elektrikli otomobil taşıtlarına kıyasla daha fazla kâr getirmiştir. Böylece, **Nissan Firması** şimdiye kadar ürettiği her akülü **Leaf** marka araçtan ise zarar etmektedir. Küresel doğa dostu inovatif elektrikli otomobil satışları, 2016 yılında global yeni araba piyasası kapsamında gerçekleşen tüm satışlara kıyasla %1 den daha az olan 750000 adet düzeyine ulaşmıştır. **Renault - Nissan** Konsorsiyumu lideri **Carlos Ghosn** tarafından 2011 yılında sadece söz konusu şirketlerin ortaklığı sayesinde 2016 senesi elektrikli binek araçları satışları sayısının iki kat daha yüksek seviyelere erişeceği tahmini, çevreci akülü binek araçları üretimlerinin artışlarına cesaret veren bir olgu olarak yorumlanmıştır. Ancak, çağımız küresel karayolu sürdürülebilir yeşil elektrikli araba satışları rakamları öngörülerini belirsizlik içermesine rağmen yakın gelecekte geniş kapsamlı tek şarjla uzun yol alan bataryalı binek taşıt araçları pazarı oluşumu da olası görülmektedir. Örneğin, yoğun küresel otomobil piyasaları ve marketlerine yönelik elektrikli **Tesla Model 3** ve yine akümülatörlü **General Motors GM Chevrolet Bolt** marka otomobil menzilleri ile akranları olan ful depolu benzinli klasik arabalar sürüş mesafeleri eşit olacak inovatif bataryalı araç dizaynları da tamamlanmıştır. Bahse konu yenilikçi elektrikli binek araç modelleri, 2017 yılı sonbaharı itibariyle global akülü araba pazarları satış mağazaları vitrinlerinde görülmesi beklenmektedir. Bu bağlamda Büyük Britanya **Sunderland Nissan Binek Araçları Fabrikası** bölümlerinde izlendiği gibi aynı araba üretim bantları üzerinde fosil yakıtlı geleneksel otomobil imalatları ile birlikte inovatif elektrikli taşıt üretimleri rakamlarının artırılması ve sanayinin kolayca yaygınlaştırılması da muhtemel varsayılmaktadır. Global otomotiv uzmanları, uzunca süre fosil yakıt yakan klasik otomobiller kullanımına kıyasla inovatif elektrikli araba sahip olma ve sürüş maliyetleri açısından önümüzdeki yıllar bağlamında mukayese edilebilir şarj edilebilir bataryalı yenilikçi otomobil fiyatı hesaplamaktadır. Küresel inovasyona dayalı elektrikli otomobil satışları artışları 2020'li yıllar boyunca devam etmesi ve 2030'lu senelerde ise maksimum düzeylere ulaşması beklenmektedir. Dünya elektrikli araba satışları sayısının yaklaşık yarısı 2016 yılında Çin'de gerçekleştirilmiştir. Çin karayollarında bataryalı elektrikli otomobiller ile içten yanmalı ve elektrikli her iki motorlu hibrit (plug-in hybrid) arabalar sayılarının 2020'de 2 milyona, on yıl zarfında ise 7 milyona kadar erişmesi hedeflenmektedir. **Bloomberg New Energy Finance - BNEF Danışmanlık Firması** tarafından elektrikli araç sayısının birkaç yıl öncesine kıyasla daha fazla olacağı da petrol şirketleri tahminleri arasında açıklanmaktadır. Küresel **Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organization of Petroleum Exporting Countries - OPEC)**, 2040 yılı itibariyle karayollarında seyredecek şarj edilebilir bataryalı evrimsel otomobiller rakamını 266 milyon olarak öngörmektedir. Ayrıca Fransa ve İngiltere, o yıllara kadar klasik içten yanmalı motorlu otomobillerin yasaklanması kararlarını da duyurmaktadır. Küresel yeni kuşak elektrikli otomobiller yaygınlaşması süreci kuşkusuz global yenilikçi lityum iyon aküler geliştirilmesi periyodu ile beraber ilerlemektedir. İlk inovatif lityum iyon bataryalar, kayıt özelliği olan kamera (**Sony CCD-TR1 camera + recorder camcorder**) içeriğinde 26 yıl önce satışa sunulmuştur. Yenilikçi lityum iyon piller ve bataryaların kullanımları; elektrikli arabalar ve insansız hava araçları - **IHA** ile bilgisayarlar, dizüstü ve tablet bilgisayarlar, akıllı mobil telefonlar, elektronik sigaralar, kablosuz el aletleri, şarjlı matkaplar, tornavidalar ve süpürgeler gibi çok sayıda alet edevatın güç temini kapsamında hızla yaygınlaşmıştır. Günümüzde inovasyona dayalı şarj edilebilir

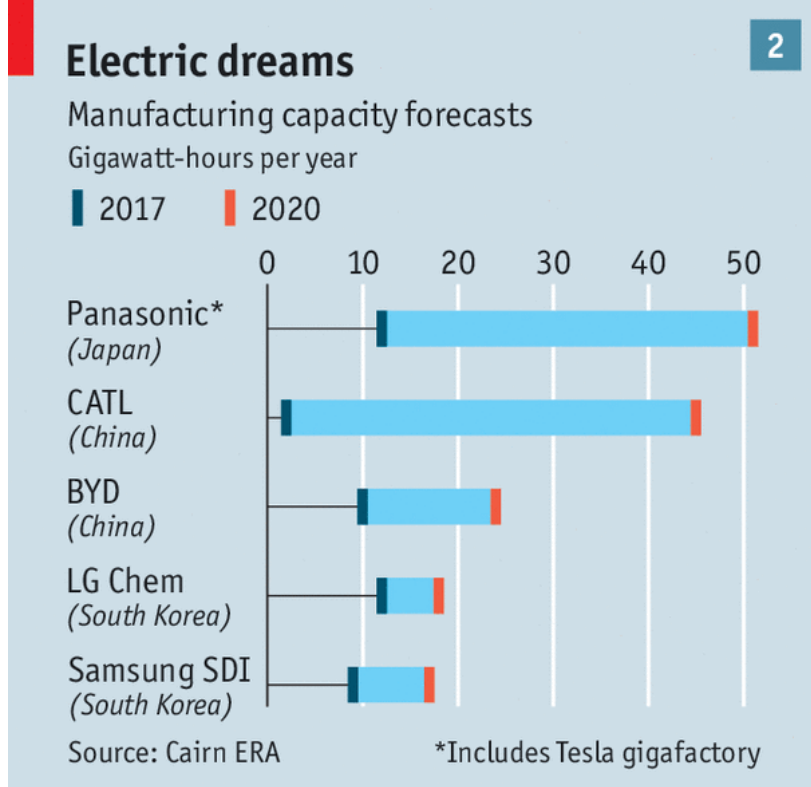
bataryalar kanalıyla enerji ihtiyacı karşılanan alet edevat sayısı giderek artmaktadır. Küresel şarj edilebilir lityum iyon bataryalı tüketici ürünleri toplam enerji depolama kapasitesi 2016 yılında 45 **gigawatt-saat (gigawatts-hours GWh)** düzeyine kadar ulaşmıştır. İngiltere genelinde tüm bataryaların yüklenmesi bağlamında bir saat ve yirmi dakika şarj müddeti için ortalama 34 **GW**'lık ulusal güç arzı gerekmiştir. Yine 2016 yılı elektrikli ulaştırma araçları lityum iyon akümülatörleri kapasitesi 25 **GW** seviyesine erişmiştir. Bununla beraber **Cairn ERA Batarya Danışmanlık Firması** kurucu direktörü **Sam Jaffe**, 2018 yılı başlarında şarj edilebilir akülü karayolu araçları güç talebi rakamlarının tüketici elektronik cihazları enerji talebi rakamlarını geçerek endüstride can alıcı rol oynayacağını işaret etmektedir. Küresel lityum iyon bataryaları üretimleri halen dev adımlar ile büyümektedir. Belli başlı beş batarya imalatçısı Japon **Panasonic**, Güney Kore **LG Chem** ve **Samsung SDI**, Çin **BYD** ve **CATL** Firmaları sermaye harcamaları potansiyeli 2020 yılına kadar yaklaşık üç misli artacaktır. **ABD** Nevada Eyaleti'nde **Tesla** ve **Panasonic** şirketleri, **Gigafactory Tesisi** çerçevesinde yıllık 4 **GWh** kapasiteli inovatif lityum iyon aküleri üretimleri gerçekleştirilmesi bağlamında bir ortaklık kurmuştur. Amerikan **Tesla Firması**, 2018 yılında 35 **gigawatt-saat (gigawatt-hours GWh)**'lik lityum iyon batarya imalatları yapacağını bildirmektedir. Söz konusu batarya enerji kapasitesi rakamı sadece dört sene öncesi küresel boyuttaki tüm şarj edilebilir pilli alet edevatın güç depolama potansiyeli rakamına eşdeğer gelmektedir.

Küresel yeni nesil piller, bataryalar, akümülatörler geliştirilmesi ile birlikte dünya yenilikçi enerji depolama teknolojileri ilerlemeleri sayesinde konutlar, iş yerleri, siteler, uydu kentler ve mülteci kampları için şarj edilebilir akülü sürdürülebilir güç temini aynı zamanda sıfır emisyonlu inovatif evrimsel otomobiller, masaüstü bilgisayarlar, tablet ve dizüstü komputeler, yeni nesil cep telefonları, elektrikli süpürgeler, ocaklar ve fırınlar, soğutucular ve buzdolapları, çamaşır ve bulaşık makineleri gibi akıllı beyaz eşyalar yanında her türlü ev aletleri ve cihazlarına doğa dostu, kesintisiz, dengeli, düzenli, kararlı, stabil, elektrik enerjisi sağlanması ve yaygınlaştırılması aşağıdaki resimde temsili olarak gösterilmektedir.



Kaynak: The Economist Dergisi

Küresel yeni kuşak şarj edilebilir pil, batarya ve akü üreticileri Japonya **Panasonic** (**ABD Tesla Gigafactory Fabrikası** dahil), Çin **CATL** Firması, Çin **BYD** Şirketi, Güney Kore **LG Chem** Firması ve Güney Kore **Samsung SDI** Şirketi 2017 - 2020 yılları aralığı imalat kapasiteleri öngörülerini senelik **gigawatt-saat (gigawatts-hours)** olarak aşağıdaki grafikte [turkuaz renkli bant](#) halinde işaret edilmektedir.



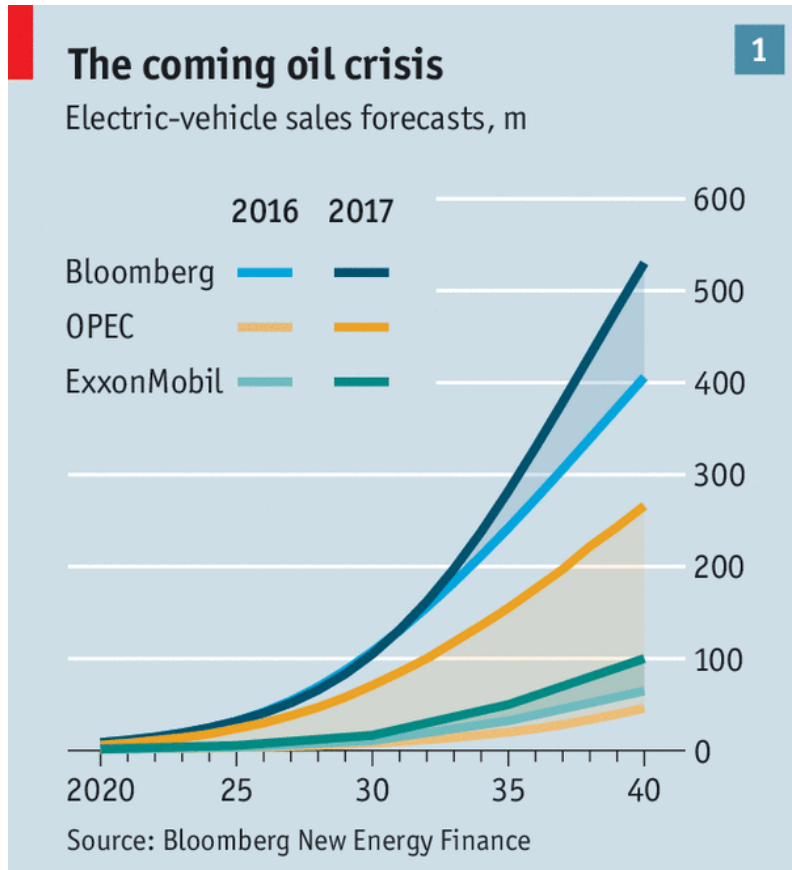
Economist.com

Kaynak: Cairn ERA Akümülatör Danışmanlık Şirketi

Amerika Birleşik Devletleri **Tesla Gigafactory Tesisi** sadece şarj edilebilir bataryalı evrimsel elektrikli otomobiller için yenilikçi akümülatörler üretmemektedir. **Güney Avustralya** Eyaleti tabii afetler sonucu elektrik kesintileri sıkıntıları ve güç darboğazı sorunları yaşandığı sıralarda **ABD Tesla Firması** kurucusu **Elon Musk**, Eyalet Başbakanı'na Mart 2017 tarihinde tweet mesajı göndermiştir. Gönderdiği elektronik posta iletisi kapsamında **Elon Musk**, 2017 yılı sonuna kadar düzenli, dengeli ve kararlı elektrik enerjisi temini yönünde şarj edilebilir akülü akıllı inovatif güç depolama üniteleri kurulması teklifini sunmuştur. İnovasyon kökenli smart elektrik enerjisi depolama sistemi yoluyla **Mr Musk**, şebekelerde ulusal gerilim yetersizliği ve bölgesel voltaj düşüklüğü problemleri yaşanmayacağını da taahhüt etmiştir. Amerikan **Tesla Şirketi** en üst düzey yetkisi **Elon Musk**'ın direktifleri doğrultusunda günümüz **Nevada, NV** Eyaleti tesis kapasitesinin 129 **megawatt-saat (megawatts-hours MWh)** düzeyine artırılması ve hızlandırılması yönünde **Gigafactory Kompleksi** dizaynı yeniden tasarlanmaktadır. Böylece, Amerika'ya göre **Pasifik Okyanusu**'nun diğer ucunda yer alan Avustralya'ya dünyanın en büyük şebeke bağlantılı akümülatörlü elektrik enerjisi depolama tesisi kurulacaktır. Diğer çoğu ülkede de şarj edilebilir bataryalı güç depolama kompleksleri projeleri yatırımları planlanmaktadır. Endüstriyel ölçekli lityum iyon batarya sistemleri gerçekte çok sayıda elektrikli otomobil bataryaları ünitelerinin birbirine bağlanması şeklinde düşünülmektedir. Sanayi boyutlu lityum iyon akü üniteleri kapsamında kimyasal ve elektronik çerçevede küçük

düzenlemeler ve ufak tefek değişiklikler yapılması suretiyle daha süratli biçimde bataryaların şarj ve deşarj olması, bir başka deyimle, akülerin dolması ve boşalması temin edilmektedir. Geniş düzenekli inovatif akülü güç depolama sistemleri yoluyla şebeke operatörleri önemli sıkıntıları arasında sayılan karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** temelli elektrik enerjisi üretim sistemleri voltaj dengesizlikleri ve gerilim kararsızlıkları sorunları da aşılmaktadır. Özellikle çevre dostu **YEK**'e dayalı rüzgar enerjisi santralleri **RES** ve güneş enerjisi santralleri **GES** güç üretimleri rüzgarın esmediği aynı zamanda güneşin yüzünü göstermediği süreçler zarfında kesintiye uğramaktadır. Düzgün, sürekli ve kesintisiz güç temini yönünden yeşil **YEK** tabanlı elektrik enerjisi üretim sistemleri için yenilikçi şarj edilebilir akülü makro enerji depolama üniteleri tesislerine gereksinim duymaktadır. Daha küçük mikro bataryalı enerji stoklama üniteleri satın alan elektrik enerjisi tüketicileri ise şebekeden bağımsız olarak güç depolama ya da ürettiği enerjiyi gece veya gündüz en kârlı periyotlarda şebekeye pazarlama imkânına sahip olmaktadır. Neticede inovasyon menşeli şarj edilebilir piller, bataryalar ve aküler; sürdürülebilir insan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri bağlamında geleceğin düşük sera gazı emisyonları teknolojilerinin ayrılmaz bir parçası haline dönüşmektedir.

Gelecekte yenilikçi elektrikli otomobil satışları artışları küresel petrol krizleri doğması olarak yorumlanmaktadır. Elektrikli araba satışları sayısı milyon olarak 2020 - 2040 yılları arası 2016 – 2017 öngörü eğrileri aşağıda verilmektedir. Tahminler **Bloomberg Şirketi** [2016 turkuaz renkli eğri](#) - [2017 koyu mavi renkli eğri](#), **OPEC Örgütü** [2016 açık turuncu renkli eğri](#) - [2017 koyu turuncu renkli eğri](#), **ExxonMobil Firması** [2016 açık mavi renkli eğri](#) - [2017 mavi renkli eğri](#) şeklinde sıralanmaktadır.

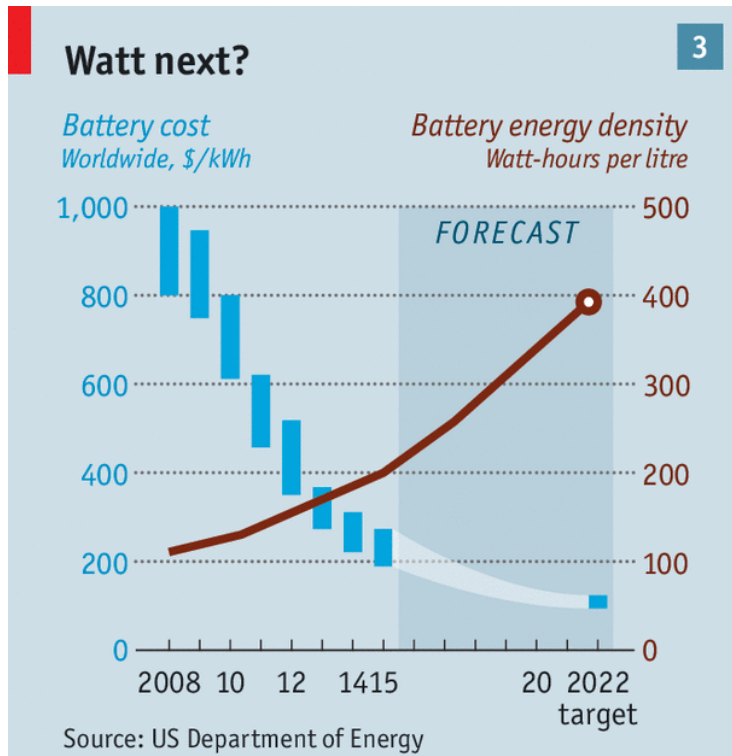


Economist.com

Kaynak: Bloomberg New Energy Finance - **BNEF** Danışmanlık Şirketi

Lityum iyon bataryaları ünitelerinin temel çalışma ilkeleri kolayca anlaşılmalıdır. Batarya şarj olurken elektrik potansiyeli sayesinde lityum iyonları grafit menşeli elektroda doğru çekilmektedir. İşlevini tamamlayan lityum iyonları ise katot görevi gören aynı zamanda lityum ve diğer metalleri ihtiva eden karmaşık yapıya sahip elektrottan sıvı elektrolit yoluyla geri dönmektedir. Öte yandan, piyasalara öncülük etme iddiası içindeki **Asyalı Holdinglerin** sürekli değişen ekonomik koşulları ve küresel batarya tedarikçileri arasında hüküm süren gizlilik tutkusu ile birlikte global akü marketi esas çalışma prensipleri ise oldukça dengesiz, istikrarsız ve saydam olmayan bir ortama doğru ilerlemektedir. Diğer taraftan, son birkaç yıl içinde batarya ünitesi maliyetlerinin düşmesi nedeniyle tüm küresel akü üreticileri imalat kapasiteleri de artmaktadır. Bataryaların temel komponentleri arasında sayılan lityum iyon hücreler maliyeti 2010 yılında **kilowatt-saat (kilowatt-hour kWh)**'i 1000 doların üzerinde seyredirken 2016'da ise 130 - 200 dolar aralığına kadar düşmüştür. **ABD General Motors GM Şirketi**, Güney Kore akü imalatçısı **LG Chem Firması**'na **Chevrolet Bolt** model araba üretimleri kapsamında lityum iyon hücreler için **kWh** başına 145 dolar ödemektedir. Böylece, düşen lityum iyon hücreler toplam fiyatları sayesinde **GM Firması** her elektrikli otomobil imalatı bağlamında işçilik, materyal ve elektronik maliyetleri yönünden 60 **kWh**'lık ilave bir finansal katkı sağlamaktadır. Ayrıca, Amerika **Tesla Şirketi**, **Model 3** marka elektrikli arabalar lityum iyon hücreler maliyetleri rakamlarının daha az olduğunu da açıklamaktadır.

Aşağıdaki grafikte yıllara göre **kWh** başına dolar olarak **küresel batarya maliyetleri** düşüşleri **turkuaz renkli dikey bantlar** halinde aynı zamanda litre başına **watt-saat** düzeyinde **batarya enerji yoğunluğu** senelik artışları **bordo renkli eğri** ile temsil edilmektedir. 2008 - 2016 yılları arası gerçekleşen değerler ile mavi renkli taranan gölgeli bölgede ise 2016 - 2022 seneleri arasındaki tahmini rakamlar verilmektedir.



Economist.com

Kaynak: Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı (US Department of Energy - DOE)

Küresel lityum iyon hücre maliyetleri düşüşleri, sadece global **araştırma - geliştirme Ar-Ge** faaliyetleri kapsamında kaydedilen ilerlemelerden değil aynı zamanda kilogram başına fazla enerji depolama olarak değerlendirilen daha iyi akümülatör güç yoğunluğu ve batarya şarj - deşarj süreçlerinin iyi koşullara taşınması şeklinde tanımlanan uzun ömürlü akü dayanıklılığı performanslarının iyileştirilmesi çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Örneğin, **Chevrolet Bolt** marka yenilikçi elektrikli otomobillerin şarj edilebilir bataryaları garanti periyodu olarak sekiz yıllık bir süre taahhüt edilmektedir. Küresel yenilikçi şarj edilebilir akü fiyatlarının gerilemesi ve global inovatif batarya üretimi maliyetlerinin aşağıya doğru çekilmesi ile birlikte kaliteli yeni nesil akümülatörler üretilmektedir. Ayrıca, önemli oranlarda küresel yeni kuşak batarya imalatı kapasite artışları da gözlenmektedir. **Cairn ERA Akü Danışmanlık Şirketi**, 2016 yılında global lityum iyon bataryalar üretimi kapasite artışı rakamlarının küresel yeni nesil akü talebi rakamlarını neredeyse üçte bir oranında aştığını bildirmektedir. **Bloomberg New Energy Finance - BNEF Danışmanlık Şirketi** ve **Cairn ERA Akü Danışmanlık Firması** küresel batarya imalatçılarının ürettikleri her yenilikçi otomobil batarya ünitelerinden ya zarar ettiklerini ya da son derece az kâr sağladıklarını hesaplamaktadır. Global batarya bolluğu ve zenginliği hüküm sürmesine aynı zamanda dünya akü fiyatları düşük seyir izlemesine rağmen tüm global yenilikçi akümülatör üreticileri büyümeyi hedeflemektedir. **Cairn ERA Akümülatör Danışmanlık Şirketi** Yönetim Kurulu Başkanı **Sam Jaffe**, mevcut durumu klasik **Asya Holding** modeli düşüncesi sayılan market paylarının genişletilmesi uğruna kâr oranlarının düşürülmesi biçiminde yorumlamaktadır. Bu bağlamda aslında yakın gelecekte evrimsel elektrikli otomobiller için her zamankine kıyasla beklentilerin yüksek olduğu sağlıklı bir strateji de doğmaktadır. Ancak, şimdilerde ise umut kırıcı bir ortam ortaya çıkmaktadır. **Mr Jaffe**, elektrikli arabalar ve yerleşik enerji depolama sistemleri tesislerinin hızla yaygınlaşması yönünde talep artışları görülmesine rağmen günümüz şarj edilebilir inovatif akü üretimi ekonomik koşulları ve ortamını altın madenine hücum şeklinde nitelendirmekte gerçekte ise altın madeni olmadığını kabul etmektedir. Bununla beraber ortamda ciddi gereksinim duyulan diğer değerli metaller de geniş bir yer tutmaktadır. Daha fazla küresel şarj edilebilir yenilikçi pil, batarya ve akü yapımları çerçevesinde bol miktarda lityum madeni ve katot olarak kullanılan kobalt dahil olmak üzere çeşitli diğer metallere yoğun ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu kıymetli metaller bir lityum iyon hücre maliyetinin yaklaşık %60'ını oluşturmaktadır. Elektrokimyasal tepkimeler bağlamında küresel batarya üreticileri tarafından gereksinim arz eden stratejik kimyevi elementlerin güvenli ve düzenli temini de önem taşımaktadır. **Benchmark Mineral Intelligence Danışmanlık Firması Direktörü Simon Moores**, 2015 yılından itibaren global lityum elementi fiyatları tarifelerinin dört kat arttığını vurgulamaktadır. Öte yandan, küresel kobalt fiyatları ise aynı periyot zarfında iki misli yükselmiştir. Ayrıca, akülerde katot olarak kullanılan nikel ihtiva eden kimyasal maddeler fiyatları da artmaktadır.

Direktör Simon Moores, gelecekte global lityum metali tedariki ve temini çalışmalarının zor olmayacağını küresel lityum madeni rezervleri rakamlarının 210 milyon ton'a ulaştığını, halen yıllık dünya lityum elementi üretimi kapasitesinin ise 180000 ton düzeyine eriştiğini belirtmektedir. Ayrıca, yeni global lityum madeni yatakları ve kaynakları sahaları açılması faaliyetleri de sürmektedir. Örneğin, dünyanın en büyük lityum metali üreticisi ve tedarikçisi **Şili Sociedad Química y Minera de Chile -Soquimich SQM Firması**, Batı Avustralya lityum madeni ortak girişimi bağlamında 110 milyon dolarlık yatırım yapacağını duyurmaktadır. Öte

yandan, küresel kobalt metali tedariki ise çok çetrefilli ve karmaşık bir konumda bulunmaktadır. Global kobalt elementi tedarikçileri çok az sayıda olup dünya kobalt madeni rezervleri, yatakları ve kaynakları da çoğunlukla Afrika ülkesi **Demokratik Kongo Cumhuriyeti (Democratic Republic of the Congo - DRC)** içinde yer almaktadır. Afrika **DRC** genelinde hüküm süren etik sorunlar özellikle işletmelerde çocuk işçiler kullanılması, savaş baronları ve bölgesel diktatörler hakimiyeti de son derece önemli sayılan küresel kobalt metali rezervleri bağımlılığı yönünden ciddi kaygılar uyandırmaktadır. Güney Kore **LG Chem Şirketi**, batarya hücreleri üretimleri kapsamında kobalt komponenti bağımlılığının azaltılması yönünde önlemler almaya çalışmaktadır. Küresel sürdürülebilir batarya endüstrisi oluşturulması açısından akümülatörlerin geri dönüşümü prosesleri yoluyla eski akülerden az bulunur metallerin yeniden kazanılması da alınacak tedbirler ve seçenekler arasında sayılmaktadır.

Günümüz yenilikçi akümülatör rekabetleri içeriğinde yoğun çaba gösteren global batarya üreticileri, akülerde kullanılan ham madde maliyetleri yüksek olmasına rağmen güvenilir kapasite artırımı üzerinde durmaktadır. Reklamı yapılan ve çeşitli avantajları övülen diğer batarya teknolojileri prensipte akla yatkın görülmesine karşın yaklaşık 20 - 30 yıldır hiçbir akümülatör teknolojisi şimdilik egemenliği süren lityum iyon bataryalı cihazlar ile rekabet ortamı içerisine girememiştir. İnovasyon tabanlı lityum iyon akü teknolojisi kapsamında imalat safhası boyunca en ince ayrıntısına kadar yoğun bilgi birikimi yanında özellikle elektrolitler aynı zamanda metalik katotların seçimi çerçevesinde sürekli gelişen karmaşık, çok yönlü ve ileri nanoteknoloji yöntemleri kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri **CAM X Power Firması Kurucusu ve Direktörü Türkiye kökenli Dr Kenan Şahin**, katotlar için materyal temini konusunda lityum iyon bataryaların maliyeti ve ağırlığı üzerinde durmaktadır. Lityum iyon akülerin anlık sorunlarından ziyade bataryaların tekrar tekrar şarj ve deşarj yetenekleri, akümülatörlerin dayanıklılık performansları ve güvenlik nitelikleri aynı zamanda bataryaların ince ayar prosesleri çok zorlu faaliyetler sonucu gerçekleştirilmektedir. **Dr Şahin**, batarya kimyası çalışmalarını global farmasötik endüstrisi dalındaki ilaç keşiflerine benzetmektedir. **Dr Kenan Şahin**, küresel akü kimyası **Ar-Ge** faaliyetleri yürütülmesinin son derece çetin ve meşakkatli olduğunu ifade etmektedir. Yine aynı bilim insanı ve girişimci, akümülatör kimyası hakkında geniş ölçekli bir çalışmaya ihtiyaç duyulduğu takdirde mutlaka yan etkilerin olacağını da vurgulamaktadır. Bu durum rekabet ortamına girmeye çabalayan sözde batarya müteşebbisleri açısından derin sıkıntılar oluşturmaktadır. Öngörülebilir bir gelecekte sürekli ilerleyen yenilikçi lityum iyon batarya teknolojileri yaygınlaşmasına paralel şekilde olası yeni katı elektrolitler ile birlikte çok daha fazla akü uygulamaları ve olumlu gelişmelerden pratikte fayda sağlanması ise beklentiler arasında sıralanmaktadır. Şimdiye kadar batarya teknolojisi çalışmalarında fişek kapsülü ve mermi kovanına benzeyen aynı zamanda **18650** olarak adlandırılan silindirik hücre temel dayanak kabul edilmektedir. **Silindirik batarya hücresi 65 milimetre** uzunluğunda, **18 mm** çapında ve kilogram başına muhtemelen **250 watt-saat** enerji yoğunluğuna sahiptir. Petrolün enerji yoğunluğu 50 kat büyük olmasına rağmen akü hücresi enerji depolama kapasitesi petrole kıyasla yüzlerce ya da binlerce kez daha büyüktür. **Tesla** ve **Panasonic Firmaları** şimdilerde biraz daha uzun ve geniş **2170 akümülatör hücresi** geliştirmektedir. Amerika **Tesla Şirketi** patronu **Elon Musk**, **2170 akü hücresinin** marketin en büyük enerji yoğunluklu bataryası olduğunu açıklamaktadır. Temmuz 2017 tarihli raporda **Tesla Firması** yetkilileri **Model 3 Tesla** marka elektrikli otomobil sürüş maliyeti rakamlarının önceki modellere kıyasla yarı

yarıya azalacağını övgü ile bildirmektedir. **Mr Musk**, gelecek yıl rakiplerine korku veren 500000 adet **Tesla Model 3** marka elektrikli otomobil imalatı gerçekleştirileceğini vurgulamış aynı zamanda fabrikada şarj edilebilir bataryalı araba montajı çalışanlarına hitaben yaptığı açılış konuşmasında çok yoğun üretim hamlesi ve atılımına hoş geldiniz diyerek seslenmiştir. Firma çalışmalarının genişletilmesi açısından **Tesla Şirketi**'nin 07 Ağustos 2017 tarihinde piyasalara 1.5 milyar dolarlık hisse senetleri satmayı planlandığı duyurması borsada olumlu bir etki yaratmıştır. **Tesla Firması** hisse senetleri değeri 2016 yılında yaklaşık %60 oranında yükselmiştir. Şirket yetkilileri **Model 3 Tesla** marka elektrikli araba üretimleri için 455000 adet ön sipariş başvurusu olduğunu ve siparişlerin devam etmesi aynı zamanda nakit para akışının sürmesi halinde 2017 yılı itibarıyla firmanın finansal yönden destekleneceğini açıklamaktadır. **Mr Musk**, tüm planlamaların düzgün bir seyir izlemesi durumunda **Tesla Gigafactory** kompleksi ile birlikte gelecekte Çin dahil olmak üzere diğer ülkelerde açılacak global akümülatör tesisleri sayesinde yılda 100 **GWh**'lık imalat düzeyine ulaşan dünyanın en büyük batarya üreten otomotiv kuruluşu olacaklarını tahmin etmektedir.

Ortaya atılan tüm öngörüler doğrultusunda küresel evrimsel elektrikli otomobil sanayi gerçekten dev bir sıçrama yapmaya hazırlanmaktadır. Kuşkusuz global inovatif elektrikli araba endüstrisi hamlesi kapsamında daha kaliteli ve ucuz yenilikçi bataryalı otomobillerin piyasalara sunulması önemli bir etken sayılmaktadır. Ancak, elektrikli arabaların sürülmesi ve kullanımları sırasında özellikle şarj istasyonları ve akü dolum tesisleri açısından bazı sınırlamalar da engel teşkil etmektedir. Örneğin, İngiltere genelinde %43 oranında elektrikli taşıt sahibi, park dışı sahalar ve evlerinde araçlarını şarj etme imkânı bulamamaktadır. Bilhassa konutlarda elektrik enerjisi temini kifayetsiz düzeyde kalmaktadır. Bu bağlamda su ısıtıcıları için 6 saat boyunca 11 **kW**'lık güç yeterli iken 90 **kWh**'lık batarya dolumu süresinde ise tüm konut sigortaları atmaktadır. Sorunların çözümünde atılacak adımlar arasında hızlı şarj istasyonları kurulması sayılmaktadır. Sürücülerin elektrikli araba menzil kaygılarının aşılması için bazı otomotiv şirketleri tarafından akaryakıt servis ve benzin istasyonları benzeri batarya dolum üniteleri yapımları çalışmaları da başlatılmıştır. Yaygın akümülatör şarj istasyonları kurulması halinde bile küresel elektrikli araba sanayi gelişimi sürecinin akibetine dair belirsizliklerin devam etmesi beklenmektedir. Öte yandan, elektrikli otomobil kullanımının büyümesi yönünden belirsizlikler hüküm sürerken batarya üreticileri için çekici alternatif sürdürülebilir enerji marketi olarak sabit güç depolama sistemleri olanakları doğması da öngörülmektedir. **ABD** Kaliforniya Eyaleti **San Diego** kenti eteklerinde **San Diego Gas & Electric – SDGE Şirketi** tarafından inşa edilen park alanı içinde enerji depolama batarya üniteleri yer almaktadır. Gösterişli otomobil teşhir salonları yerine bir karavan park sahası içerisinde bulunan 384000 adet araba bataryası en süssüz transformatör ya da bir tür yalın trafo görevi üstlenmektedir. **SDGE Firması** İşletme Müdürü **Caroline Winn**, otomobil aküleri dizilişi sadeliğini ise güzelliğin bir parçası olarak tanımlamaktadır. Söz konusu araba bataryaları, güç talebi maksimum düzeylere eriştiği süreçler zarfında elektrik üretim, iletim ve dağıtım idaresi tarafından şebekeye kesintisiz yedek elektrik enerjisi arzı sağlanmaktadır. Modüler yapı niteliğinde olan 120 **MWh** kapasiteli şarj edilebilir bataryalı güç stoklama tesisi, **Güney Avustralya Eyaleti**'nde **Tesla** firmasının kurulan ve sekiz ay sonra işletmeye girecek akülü elektrik depolama kompleksi ünitelerine kıyasla daha küçüktür. Akümülatörlü güç stoklama tesisleri son derece sessiz bir biçimde çalışmaktadır. Eşdeğer enerji potansiyelli gaz türbinleri kurulum maliyeti düşük olmasına rağmen inşaatları ise uzun sürmektedir. Ayrıca,

doğalgaz kombine çevrim santralleri üniteleri yatırım projeleri de çevre sakinlerinin muhalefeti ile yüz yüze gelmektedir. **Ms Winn**, bataryalı güç tesislerinin gaz türbinleri enerji komplekslerine nazaran şimdilerde çok daha fazla tercih edildiğini vurgulamaktadır.

Tesla ve diğer büyük batarya üreticileri, şebeke enerji depolama projelerini elektrik piyasası yatırımlarının en çekicileri ve cazipleri arasında kabul etmektedir. Dev akü imalatları yoluyla üretilen fazla kapasitenin tüketilmesi çerçevesinde akümülatör üreticileri güç piyasalarına satış teklifleri vermektedir. Ancak, batarya talepleri de giderek artmaktadır. Bu bağlamda pazar taleplerinin karşılanmasına yönelik şekilde tasarlanan **Tesla Powerwall** ev batarya üniteleri, güneş panelleri ve güneş kiremitleri şeklinde güç piyasalarına sunulmaktadır. **Nissan Firması** da gelişen global elektrik piyasası koşulları ile yakından ilgilenmektedir. **Eaton Amerikan Güç Yönetimi Firması** ile **Nissan Şirketi**, ikinci el ya da kısmen kullanılmış akülerin pazarlanması için işbirliği yapmaktadır. **Nissan Leaf** batarya üniteleri kanalıyla iş yerleri ve fabrikalara yedek güç arzı temin edilmektedir. Böylece, doğa dostu **Nissan Leaf** akü sistemleri yoğun çevre kirliliği oluşturan dizel jeneratörler yerine kesintisiz elektrik enerjisi sağlamaktadır. İlk müşteriler arasında olan Hollanda **AFC Ajax Futbol Kulübü**'ne ait **Amsterdam Arena Stadyumu**, kesintisiz güç kaynağı (**uninterrupted power supply -UPS**) **Nissan Leaf** akümülatörlü enerji stoklama üniteleri ile donatılmaktadır. Çevre dostu akülü güç depolama sistemleri projeleri, hükümetlerin yatırım teşvikleri ve mali destekleri programları kapsamına dahil edilmeleri nedeniyle serbest piyasa ekonomisi rekabetçi koşulları karşısında bir tür muafiyet kazanmaktadır. **New York Eyaleti Düzenleyici Kuruluşu**, **Con Edison** güç üretim, iletim ve dağıtım idaresi; **Brooklyn** ve **Queens** semtleri müşterilerine şebekeye elektrik enerjisi pazarlama yetkisi vermiştir. **New York Kenti**, yüz yıl öncesi **George Westinghouse** ve **Nikola Tesla** sürecinden beri kararsız, düzensiz ve dengesiz elektrik şebekesi sistemleri ile mücadele etmektedir. Günümüzde ise mega kentin maksimum güç taleplerinin karşılanması ve yönetimi kapsamında akıllı elektrik enerjisi depolanması programı yoluyla daha fazla karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** sistemleri ünitelerinin devreye alınması yönünde çaba gösterilmektedir. Eyalet enerji yetkilisi **Jason Doling**, çok katlı siteler ve gökdelenler enerji temini için ideal bir program olacağını belirtmektedir. Ayrıca, elektrik fiyatlarının pahalı olduğu ve yüksek binaların asansörlerinin yoğun kullanıldığı sabah ve akşam saatleri sırasında batarya menşeli güç düzenlemesi sayesinde ciddi bir ekonomik katkı da sağlanacaktır. Ancak, **New York Şehri İtfaiye Teşkilatı** yangın tehlikesi açısından konutlar ve sitelerde lityum iyon bataryalar kullanılması hakkında kaygılı bir tutum sergilemektedir. İtfaiye yetkilileri lityum iyon akülü sistemler monte edildiğinde yangın söndürme araçlarının tetikte bekletilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Örneğin, 2016 yılında **Samsung Galaxy Note 7** marka lityum iyon pilli akıllı mobil telefonları elektronik cihazları ünitelerinin yanlış tasarımları sonucu kısa devre kaynaklı yangınların meydana gelmesi endişe uyandırmıştır. Bununla beraber genellikle otomobil bataryalarının yapıldığı elektrotlar için yeni materyaller, seramik kaplamalar ve porselen örtüler kullanılması elektrikli arabaları çok güvenilir hale taşımaktadır. Yangın kaygıları bir tarafa enerji depolama amaçlı batarya montajları gerçekleştiren şirketler ve gerçekte şebekelerde akülü güç stoklama kaynaklı hedefler doğrultusunda hareket eden firmalar, modası geçmiş düzenlemeler, demode direktifler ve sigorta poliçeleri engellemeleri ile karşı karşıya kalmaktadır. İsviçre batarya üreticisi **Leclanché Firması** üst düzey yetkilisi **Anil Srivastava**, söz konusu bürokratik sıkıntılar nedeniyle yatırımcı şirketlerin finansal zorluklar içine girdiğini

belirtmektedir. Ayrıca, sabit enerji depolama ödemesi yapılması için yollar bulunması gerektiği de ifade edilmektedir. Bazen **San Diego** kentinde olduğu gibi düzenleyici kuruluşun talepleri doğrultusunda farklı çözüm yolu getirilmektedir. Bu bağlamda **Kaliforniya Kamu Şirketleri Komisyonu (California Public Utilities Commission - CPUC)**, 2015 yılında **Aliso Canyon** gaz depolama tesisi içinde meydana gelen patlama sonucu oluşan doğalgaz sızıntısı karşısında **Los Angeles** kentinde elektrik kesintileri ve güç yoklukları sorunlarının yaygınlaşmasından kaygılanmıştır. Fiyatlar daha fazla hedef tahtası seçilmesi halinde gelir tasarrufu olarak adlandırılan bataryaların çok yönlü kullanması icap etmektedir. Örneğin, hem kısa vadeli frekans yönetmeliği kapsamında hem de maksimum düzeye ulaşan güç talebinin karşılanması süreçlerinde şebekeye elektrik enerjisi temin eden bir sistemin tasarımı olası kabul edilmektedir. Mevcut durum karmaşıklıklar ve zorluklar içermesine rağmen aynı şeyin satılması için birden fazla yol bulunması ise batarya sektörünün ikinci önemli özelliği olarak nitelendirilmektedir. Sonuçta, günümüzdeki gelişmeler biraz korkutucu olmakla birlikte uzun vadede küresel batarya endüstrisi yaygınlaşmasının düzgün ve oldukça iyi bir seyir izlemesi beklenmektedir.

Aşağıdaki resimde **yenilenebilir enerji kaynakları YEK** bazlı **rüzgar enerjisi santralleri RES** türbinleri, **güneş enerjisi santralleri GES** panelleri ve **hidroelektrik santrali HES** ünitelerinin sürdürülebilir enerji arz güvenliği aynı zamanda kesintisiz güç temini çerçevesinde bataryalı elektrik enerjisi depolama kompleksi sistemine bağlanması temsili olarak görüntülenmektedir.



Kaynak: The Economist Dergisi

Kaynaklar:

- Dünyanın Üçüncü Kutup Bölgesi Sayılan Tibet Platosu Buzul Kütlelerinin Erimesi ile Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Mekanizmaları İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Karayolu Ulaşım Araçları Global Karbondioksit Emisyonları Düşürülmesi ve Yeni Nesil Düşük Karbon Emisyonlu Evrimsel Otomobiller, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Almanya Yeşil Enerji Devrimi **Energiewende** Enerji Dönüşümü Süreci İçinde Elektrik Şebekesi Sistem Kararsızlıkları ve Gerilim (Voltaj) Dengesizlikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Avrupa Birliği **AB** Küresel Sera Gazı Emisyonları Dizginlenmesi Doğrultusunda Hüküm Süren Global Doğa Dostu, Çevreci ve Yeşil Liderlik Tutkusu Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Çin'in Yüksek Ekonomik Büyüme Hızları Bağlamında Gelişen Küresel Ekolojik Sorunlar Karşısında Ulusal Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Avrupa Birliği **AB** İş Dünyası Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Kaygısı ile Dünya Karbondioksit Emisyonları Frenlenmesi Durdurulması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Global Isınma ve İklimsel Değişimler ile Sıcak Hava Dalgaları, Kuraklıklar, Seller, Tropik Tayfun, Hortum ve Kasırga Artışları Bilimsel Değerlendirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Kyoto Protokolü Sonrası Olası **BM** 2015 Paris İklim Değişikliği Anlaşması Dünya Karbondioksit Emisyonları Artışları ve Yok Edilmesi Teknolojileri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Afrika Enerji Politikaları Üzerinde Küresel Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Menşeli Güneş Enerjisi Sistemleri **GES** Üniteleri Maliyeti Düşüşleri Etkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Hindistan Sera Gazı Emisyonları Artışları Karşısında Doğa Dostu, Çevreci ve Yeşil Temiz Enerji Kaynakları **YEK** Projeleri Yatırım Programları Uygulamaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** ile Güneş Radyasyonları Kökenli Güneş Enerjisi Sistemleri **GES** ve Silikon Kristalli Fotovoltaik Pil Maliyetleri Düşüşleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Küresel Evrimsel Otomobil Üretimleri İçin Yenilikçi Lityum İyon Aküleri Yapımı Kapsamında Çağdaş Turboşarj Teknolojileri Geliştirilmesi Bilimsel Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Yeni Kuşak Elektrikli Otomobil Motorları İçerisinde Makro Aküler Yerine Küçük Boyutlu Mikro Lityum İyon Bataryaları **Araştırma Geliştirme Ar-Ge** Faaliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- ABD** Kara Nakil Vasıtaları Emisyonları Çevre Kirliliği, Elektrikli Otomobiller ve Hafif Taşıt Araçları Yakıt Türleri Salımları Kaynaklı İnsan Ölümleri Mukayesesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Temiz Enerji Kaynakları Kökenli Sistemler İçinde Kullanılan İnovatif Lityum İyon Aküler Üretimleri ve Küresel Beyaz Altın Lityum Arz Güvenliği, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Yeni Nesil Akıllı Telefonlar, Dizüstü Bilgisayarlar, Robotlar, İnsansız Hava Araçları **İHA**, Uydular, Otomobiller ve Güç Santrallerinde Kullanılan Yeniden Şarj Edilebilir İnovatif Lityum İyon Bataryalar Geliştirilmesi Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner,

- Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Avrupa Çevre Fosil Yakıtlar Tüketim Vergisi Uygulaması Gerekliliği ve Yeşil, Çevreci Karbonsuz Yeni Kuşak Elektrikli Araba Satışları Teşvikleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Avrupa Ülkeleri Belli Başlı Başkentleri Amsterdam, Brüksel, Londra, Paris Hava Kirliliği Artışları ile İnce Partikül ve Azot Dioksit Riski Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - İnovatif Lityum Hava Bataryaları Geliştirilmesi ile Daha Fazla Yol Alan Uzun Menzilli Yeni Nesil Elektrikli Otomobiller **Ar-Ge** Çalışmaları Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Global Isınma ve Küresel İklim Değişiklikleri Sonucu Yükselen Fotosentez Olayları ile Birlikte Gezegenin Yeşil Bitki Örtüsü Dağılımı Yaygınlaşması, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Gezegenin Geleceği Açısından Hemen Gündeme Alınması Gereken Sorunlar Arasında Sayılan Küresel Isınma ve Global İklimsel Değişim Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Tabanlı **GES** ve **RES** Kompleksleri ile Yoğun Çevre Kirliliği Oluşturan Kömür Santralleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Avrupa Ülkeleri Belli Başlı Başkentleri Amsterdam, Brüksel, Londra, Paris Hava Kirliliği Artışları ile İnce Partikül ve Azot Dioksit Riski Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Kalkınmakta Olan Ülkeler Kapsamında İnovasyona Dayalı Çevre Dostu Yenilikçi Karbonsuz Güneş Enerjisi Santralleri **GES** Kompleksleri Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Tabanlı **GES** ve **RES** Kompleksleri ile Yoğun Çevre Kirliliği Oluşturan Kömür Santralleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - ABD** Yeni Başkanı Donald Trump Yönetiminde Amerikan Kömürlü Termik Santraller Kompleksleri ve Temiz Enerji Kaynakları Ünitelerinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Kalkınmakta Olan Ülkeler Kapsamında İnovasyona Dayalı Çevre Dostu Yenilikçi Karbonsuz Güneş Enerjisi Santralleri **GES** Kompleksleri Gelişim Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Ürdün, Suudi Arabistan, **BAE**, Güney Afrika, Almanya, Meksika, Brezilya, Peru, Amerika, Çin ve Hindistan **YEK** Menşeli Solar Enerji Santralleri Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Amerika Birleşik Devletleri Washington, **WA** Eyaleti Karbon Vergisi Uygulaması ve Sürekli Yeşil Olan Eyaletin Sera Gazı Emisyonları Azaltılması Projeleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Amerika Birleşik Devletleri Yeni Yönetimi Küresel İklim Değişiklikleri ve Global Isınma Mücadelesi **BM** Finansal Destek Yardımları Kesilmesi Politikası, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - ABD** ile Dünyanın Diğer En Büyük Karbondioksit Emisyonları Üreticileri Çin ve Hindistan Arasında Filizlenen Global İklim Değişikliği Mücadelesi Çelişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - Güney Avustralya Doğal Afetler Nedeni ile Oluşan Elektrik Kesintileri Sonucu Çevreci İnovatif Batarya Güçlü Enerji Depolama Sistemi Projesi Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - Kuzey Kutbu Arktik Denizi Buzullarının Erimesi Sonucu Küresel Isınma, Global

- İklim Değişiklikleri ve Dünya Sıcaklık Artışları Hızlanması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Amerika Birleşik Devletleri Karbonsuz Yerli Yeni Nesil Elektrikli Otomobil ve İnovatif Kara Taşıt Araçları Yurtiçi Üretimleri Yatırım Teşvikleri Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Yakıt Tasarruflu Benzinli ve Akülü Hibrit Yeni Nesil Taşıt Araçları Üretimleri İçin Bilgisayar Programları Çerçevesinde Gerçekleştirilen **ARGE** Çalışmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Karbonsuz Doğa Dostu Yeni Nesil Elektrikli Kara Ulaşım Araçları Kullanımı Geçiş Süreci Kapsamında Küresel Çevreci Otomobil Üreticileri Sıkıntıları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Norveç Karayolları Konvansiyonel İçten Yanmalı Motorlar (**ICE**) ile Çalışan Arabalar ve İnovatif Yeşil Elektrikli Otomobiller (**EVS**) Dönüşüm Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Yeni Nesil Elektrikli Otomobiller ve Aküler Üretimleri İçinde Kullanılan Global Bakır, Kobalt, Nikel, Grafit, Lityum Metaller ve Mineraller Maden Ocakları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Japon Nissan, Alman BMW, Amerikan Tesla ve General Motors GM Firmaları Çevre Dostu ve Yeşil Yeni Kuşak Elektrikli Otomobil Üretimleri Rekabeti, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Dizelli Binek Araçlar Karbondioksit Emisyonları Düşürülmesi ve Uzun Menzilli Şarj Edilebilir Akülü Karbonsuz İnovatif Otomobiller Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Kuzey Buz Denizi Buzullarının Kaybolması Sonucu Global Ekolojik Dengenin Bozulması ve Arktik Okyanusu Zengin Hidrokarbon Kaynakları Paylaşımı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Amerikan Firmaları Karbonsuz Temiz Enerji Kaynakları Güç Talepleri Artışları ve Yeni **ABD** Yönetimi **BM** 2015 Paris İklim Anlaşması Politikası Çelişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- ABD** Olmaksızın **BM** Aralık 2015 Paris İklim Zirvesi Mutabakatı Hükümleri Gereği Küresel Karbondioksit Emisyonları Düşürülmesi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Elektrik Üretimi Sistemlerinin Küresel Isınma ve İklim Değişiklikleri Sorunları Karşısındaki Yetersizliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Yüzde Yüz Doğa Dostu Karbonsuz Yenilenebilir Güç Kaynakları Elektrik Üretimi Tesisleri Sürdürülebilirliği ve Global Fosil Yakıtlar Enerji Piyasası Hakimiyeti, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Mısır, Sudan, Etiyopya Nil Nehri Su Paylaşımı Anlaşmazlıkları ile İklim Değişiklikleri Sonucu Nil Havzası Boyunca Olası Seller ve Kuraklıklar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- İçten Yanmalı Motorlar Kökenli Karayolu Vasıtaları Yerine Çevreci Karbonsuz Uzun Menzilli Şarj Edilebilir Bataryalı Yenilikçi Elektrikli Taşıtlar Süreci, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Mevsimsel Yağışların Azalması ile Birlikte Akdeniz Ülkelerinde Hüküm Süren Kuraklık Sonucu Filizlenen İçme Suyu Sıkıntıları ve Orman Yangınları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- The Economist Dergisi, (12 Ağustos 2017 – 18 Ağustos 2017).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi

www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler