

Temiz Enerji Kaynakları Kökenli Sistemler İçinde Kullanılan İnovatif Lityum İyon Aküler Üretimleri ve Küresel Beyaz Altın Lityum Arz Güvenliği

Ahmet Cangüzel Taner
Fizik Yüksek Mühendisi

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

Küresel yenilikçi lityum iyon piller, bataryalar ve aküler kullanımı global sanayi sektörünün hemen her dalında yaygınlaşmaktadır. İnovasyona dayalı şarj edilebilir lityum iyon bataryalar özellikle akıllı telefonlar, yeni kuşak dizüstü bilgisayarlar, karbonsuz evrimsel otomobiller, insansız hava araçları – İHA, robot uydular, akıllı şebekeler (**smart grid**), YEK menşeli elektrik santralleri kompleksleri ve temel enerji kaynağı fosil yakıtlı güç tesisleri sistemleri ünitelerinin neredeyse vazgeçilmez bir parçası haline dönüşmektedir. Dünya lityum metali ise global değerli metaller sınıfında küresel beyaz altın olarak anılmaya başlamıştır. Kıymetli global lityum metali rezervleri sırasıyla, Bolivya, Şili, Arjantin, ABD, Çin ve Avustralya olmak üzere daha ziyade Güney Amerika ile Kuzey Amerika kıtalarında bulunmaktadır. Bu bağlamda işletmelerinde söz konusu metali kullanan firmalar da küresel lityum madeni arz güvenliği ve temini projeksiyonları yönünde çok büyük politik uğraş vermekte aynı zamanda şirketler arasında kıyasıya global lityum elementi maden sahası sahip olma mücadelesi yaşanmaktadır.

Şili'nin en büyük lityum üreticisi **Sociedad Química y Minera de Chile - Soquimich SQM** Şirketi bir tür heyecanlı polisiye dizi filmi gibi tanınmaktadır. **SQM Soquimich** Firması Genel Merkezi Santiago kentinin adı olmayan askeri bir semtinde yer almaktadır. **SQM** Firması, eski Şili Devlet Başkanı Augusto Pinochet 'in damadı aynı zamanda şirketin en büyük hissedarı olan Julio Ponce tarafından uzun yıllar yönetilmiştir. Adı vergi yolsuzluğu suistimaline karışması üzerine Julio Ponce 2015 yılında firmanın yönetim kurulu başkanlığından ayrılmıştır. Aralık 2015 de ise devlete ait Pekin merkezli Çin Uluslararası Sigorta ve Yatırım Şirketi (**China International Trust and Investment Corporation – CITIC**), Julio Ponce 'in hisselerini satın almak için ihaleye katılmıştır. **SQM** ihalesine katılan Çin **CITIC** Firması zengin lityum madeni kaynakları ve yatakları yönetimi sayesinde global lityum arz güvenliği çıkmazı ve sarmalı sorunlarını çözmeyi hedeflemektedir. **CITIC** Şirketi'nin ilgi odağı olan yöre, milyonlarca kilometre uzaklıktaki kızıl gezegen Mars ve dünyanın etrafında binlerce km mesafede dolanan Ay uydusu yüzeylerine benzer olan aynı zamanda sert tuz tabakası ile kaplı Şili Atacama Çölü içerisinde bulunmaktadır. Ant Dağları etekleri boyunca uzanan Şili lityum madeni yatakları ve çökeltileri milyonlarca yıl tuzlu su ile yıkanmıştır. Şili lityum metali kaynakları dünya rezervlerinin yaklaşık %20 'sini oluşturmaktadır. Komşu Bolivya lityum madeni rezervleri dahil edilmesi halinde ise neredeyse %50 düzeyine kadar ulaşmaktadır. Ancak, Bolivya lityum yatakları ve rezervlerinin büyük bölümü henüz yeryüzüne çıkarılmamış bir konumda bulunmaktadır. **CITIC** Şirketi, 2016 yılı başlarında Hong Kong lityum iyon bataryalı yeni nesil elektrikli otomobil üreticisi bir firmanın hisselerini yakın zaman içinde satın almıştır. Söz konusu durum Çin hükümetinin ülkede yaşanan yoğun çevre kirliliği karşısında doğa dostu, çevreci ve yeşil temiz enerji kaynakları politikası uygulamalarının bir işareti olarak yorumlanmaktadır. **SQM** Firması lityum metali üretimi tesislerinde yeraltı rezervuarlarında bulunan tuzlu su yüzlerce havuz içerisine pompalanmaktadır. Tuzlu su buharlaştığında ise lityum madeni üretim kompleksleri, mavi ve yeşil renkli tonlardan meydana gelen dev bir sanat eseri görüntüsü

sergilemektedir. Böylece, çoğunlukla potasyum bileşikleri yanında ayrıca katı kıvamlı sıvı lityum klorür de üretilmektedir. Akışmaz sıvı lityum klorür, tankerler ile deniz kıyısındaki limanlara nakledilmektedir. Liman lityum maden işleme tesislerinde viskoz sıvı lityum klorür, çok ince toz şeklindeki lityum karbonat ve lityum hidroksit haline dönüştürülerek tüm dünyaya denizyolu ile sevk edilmektedir. Aşağıdaki fotoğrafta çeşitli renk tonlarının hakim olduğu sanatsal bir yapıtı andıran Şili Atacama Çölü tuz yatakları düzlüğünde yer alan San Pedro lityum madeni üretim tesisi havuzları resmedilmektedir.



Aslında şimdilik çok büyük bir küresel pazarlama alanına sahip olmayan lityum, bazı otomobil bataryaları içerisinde sadece yaklaşık %5 oranında kullanılmakta aynı zamanda toplam batarya maliyetinin ise %10 nuna karşılık gelmektedir. Global lityum tuzları satışları ise yılda 1 milyar dolara kadar varmaktadır. Bununla beraber lityum elementi aslında elektrikli otomobil aküleri, akıllı telefon pilleri, dizüstü bilgisayar bataryaları, mobil el aletleri ve evlerde kullanılan akıllı elektrikli cihazlar için vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Hem çevreci ve yeşil inovatif taşıt araçları hem de doğa dostu elektrik üretimi sistemleri çerçevesinde yeni nesil yüksek yoğunluklu enerji ve güç depolama üniteleri yönünden global lityum metali talebi süratle artmaktadır. Bu bağlamda çok uluslu **ABD** Goldman Sachs Yatırım Bankası da beyaz altın lityum madeni kaynaklarını çağımızın devrim yaratan yeni nesil gaz ve petrol yatakları olarak tanımlamaktadır. Yeni kuşak elektrikli otomobil üreticileri gibi son kullanıcılar bazında dünyanın en büyük lityum elementi yapımcısı **SQM** Firması da günümüzde küresel lityum madeni arz güvenliği perspektifleri açısından global mücadele ve rekabet sahası teşkil etmektedir. Böylece, beyaz altın lityum metali dünyanın önde gelen küresel ticari ürünü haline dönüşmektedir. Çin tarafından ithal edilen %99 saflıkta global lityum karbonat fiyatı 2015 yılının son Kasım ve Aralık aylarında iki katın üzerinde ani bir artış göstererek tonu 13000 dolara kadar yükselmiştir. Gerçekte birdenbire küresel lityum karbonat fiyatı artışı ise Çin spot marketinin gelecekteki likidite varlıkları endişelerinden kaynaklanmaktadır. Çin, Güney Amerika lityum madeni ithalatı sürecine alternatif şekilde çoğu ürünü ise alüminyum lityum silikat halinde Avustralya'dan satın almaktadır. Amerikan Maden

Şirketi Albermarle ve Çin Tianqi konsorsiyumu ortak girişimi, geniş Avustralya lityum maden sahası olan alüminyum lityum silikat ürünlerden de batarya nitelikli lityum karbonat ve lityum hidroksit üretimi yatırımları planlamaktadır. Böylece, gelecekte Çin spot pazarı kapsamında daha az lityum cevheri ve lityum ürünleri mevcudiyeti olasılığı da öngörülmektedir.

Aşağıda dünyanın en geniş lityum madeni yatakları olan Salar de Uyuni, Bolivya tuz kaynakları üzerine kurulu lityum hammadde işleme sahası düzlüğü gösterilmektedir.



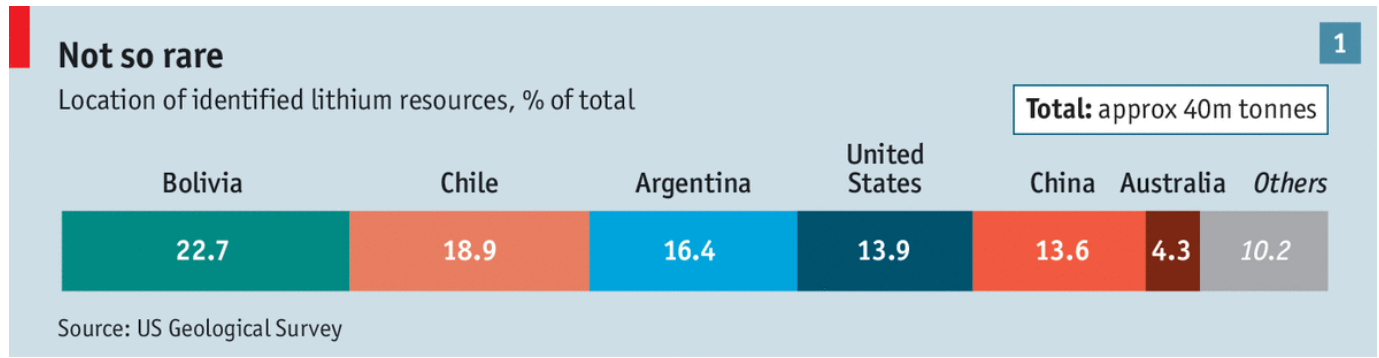
Aşağıdaki resimde ise yine Güney Amerika tuz yatakları üzerinde kurulu bir başka Şili lityum metali rezervleri üretimi işletmesi ve tesis alanı düzlüğü görüntülenmektedir.



Küresel lityum sanayisi ise oldukça kaygılı ve tedirgin bir görüntü sergilemektedir. Dünyanın en büyük lityum üreticisi Albermarle Şirketi, Şili ikinci büyük lityum cevheri sahibi Rockwood Firması'nı 2015 yılında satın almıştır. Citigroup Bankası, dünya

lityum tuzları arzı ve temini bağlamında Albermarle Firması yanında diğer üç **SQM**, Amerikan **FMC** ve Tianqi şirketler topluluklarının küresel ölçekte öne çıktığını açıklamaktadır. Ayrıca, Avustralya Lityum Maden Ocağı Firması Orocobre ve Japonya'nın en büyük otomobil üreticisi Toyota Şirketi ortak girişimi de çok büyük Arjantin lityum tuz yatakları projesi içeriğinde global lityum elementi yatırımları planlamaktadır. Dünyada küresel lityum madeni rezervleri geniş olmakla beraber hem beyaz altın lityum madeni çıkarılması ve üretilmesi maliyetleri yüksek olmakta hem de lityum metali elde edilmesi süreci uzun zaman almaktadır. Bundan dolayı küresel lityum arzı ve temini yollarının artması da global lityum elementi fiyatları üzerinde etkili olacağı tahmin edilmemektedir.

Dünya lityum rezervleri ve kaynakları keşfedilen ülkeler yüzde (%) olarak aşağıdaki şemada ve tabloda ayrı ayrı gösterilmektedir. Bulunan toplam küresel lityum yatakları miktarı ise yaklaşık 40 milyon civarındadır.



Economist.com

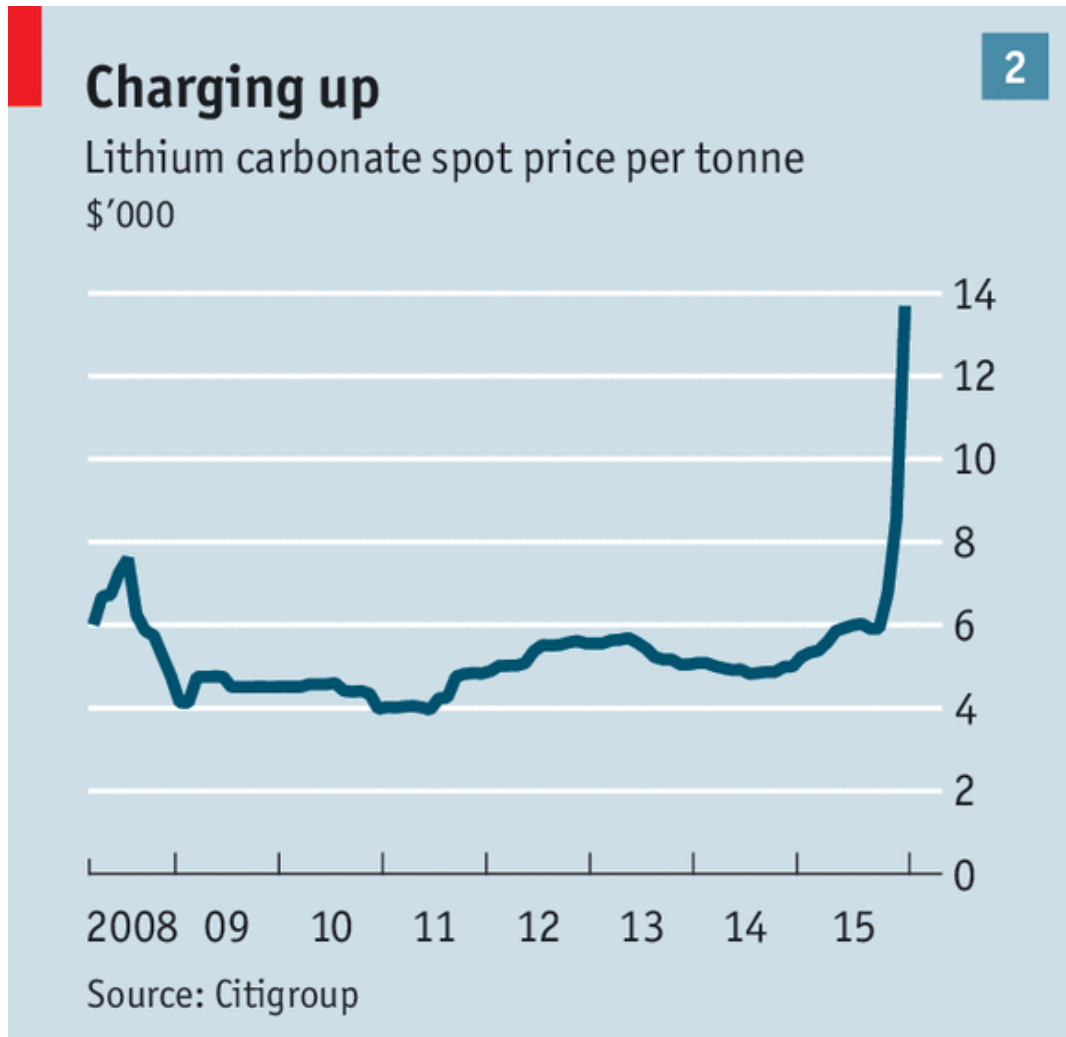
ÜLKELER	LİTYUM REZERVLERİ (%)
BOLİVYA	22.7
ŞİLİ	18.9
ARJANTİN	16.4
AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ - ABD	13.9
ÇİN	13.6
AVUSTRALYA	4.3
DİĞER ÜLKELER	10.2

Kaynak: Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları Kurumu – US Geological Survey

Diğer taraftan, günümüz küresel lityum talebi üst düzeylerde seyretmektedir. Şu anda başlıca global lityum iyon pilleri üreticisi şirketler arasında Güney Kore Samsung ve **LG**, Japon Panasonic ve Sony, Hong Kong **ATL** firmaları yer almaktadır. Bununla

beraber Çin çok sayıda pil, batarya ve akü üreticileri barındırmaktadır. Öte yandan, Liberum Yatırım Bankası'ndan Adam Collins, Çin küresel lityum tuzları talebi artışlarını bir dönüm noktası olarak yorumlamaktadır. Çin Hükümeti, küresel lityum iyon bataryalar yatırımları ve elektrikli taşıt araçları şarj edilebilir lityum iyon akü üretimleri projelerine özellikle de ülkenin otobüs imalatı sektörü dalında çok önem vermektedir. Çin elektrikli yeni enerji nakil vasıtaları satışları 2015 yılı ilk on ayında 2014 yılı aynı periyoduna kıyasla üç kat artarak 171000 adete kadar ulaşmıştır. Yine de Çin karayolu elektrikli nakil araçları satışları ve marketi, ülkedeki toplam araç satışları ve pazarının ancak sadece yaklaşık yüzde birine kadar erişmektedir.

Dünya lityum karbonat spot piyasa fiyatı artışlarının senelere göre dağılımı ton başına x 1000 dolar düzeyinde 2008 yılından başlamak üzere aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Spot pazar küresel lityum karbonat fiyatları rakamlarının 2015 yılı son aylarında son derece hızlı biçimde yükselişi dikkat çekmektedir.



Economist.com

Kaynak: Citigroup

Küresel inovatif teknolojiler dalında çok büyük yatırımcı olan girişimci Elon Musk tarafından finanse edilen inovasyona dayalı Amerikan elektrikli otomobil yapımcısı Tesla Motors, ulusal evrimsel ve yenilikçi lityum iyon aküler sektöründe ciddi adımlar atmaktadır. Nevada NV Eyaleti Tesla Gigafactory tesisi, gelecek beş yılda 500000

inovatif evrimsel elektrikli otomobiller için doldurulabilen yeni kuşak lityum iyon aküler üretilmesi bağlamında projeler yürütmektedir. Tesla Firması İleri Teknoloji Sorumlusu J.B. Straubel, firmasının global lityum elementi temini yanında diğer küresel batarya ve akü materyalleri sağlamayı da hedeflediğini belirtmektedir. Yine aynı kişi küresel lityum marketi bazında yanıltıcı ve abartılı bir reklamın hüküm sürdüğünü ifade etmekte aynı zamanda sanki lityum mucizevi element gibi gösterildiğini vurgulamaktadır. Bu arada August Bacanora Kanada Firması da her şeye rağmen Kuzey Meksika lityum yataklarının geliştirilmesi projeksiyonları çerçevesinde lityum hidroksit temini konusunda Tesla Şirketi ile koşullu bir anlaşma imzaladığını duyurmuştur. Duyurulan haber üzerine menkul kıymetler borsalarında Bacanora hisse senetleri aşırı derecede değer kazanmıştır. Bununla beraber **Amerika Birleşik Devletleri** sınırları boyunca sürdürülebilir biyoçeşitlilik ve ekolojik dengenin korunması yönünde çok ince beyaz lityum tozu cevherlerinin yüklenmesi, taşınması ve boşaltılması işlemleri çalışmalarının titizlikle yapılması gerektiği de çevre uzmanları tarafından dile getirilmektedir. Dev otomobil üreticisi şirketlerin küresel lityum elementi cevherleri ve rezervlerine olan ilgisi ise günden güne artmaktadır. Örneğin Japon Toyota Firması, Prius marka hibrit otomobil bataryaları kapsamında kullanılan ağır nikel metal hidrid aküler yerine lityum iyon bataryalar montaj çalışmaları ile yeni nesil akü ve batarya dönüşüm süreci başlatmıştır. Adam Collins, Amerika ve Avrupa ülkelerinde çok sıkı ulusal emisyon standartları uygulamalarının bir sonucu olarak inovatif yeni nesil otomobil üreticisi firmaların beyaz altın lityum cevheri ihtiyacının artmasını da kaçınılmaz olarak görmektedir. Bir diğer önemli küresel lityum madeni kullanım sahası da inovasyona dayalı global yeni kuşak elektrik ve güç depolama sektörü gelişiminden kaynaklanmaktadır. Doğa dostu, çevreci ve yeşil karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları **YEK** kökenli rüzgâr enerjisi santralleri **RES** ve güneş elektrik santralleri **GES** üniteleri kurulması günümüz küresel güç üretimi projeksiyonları içinde gözde konumunu sürdürmektedir. Bununla beraber **RES** kompleksleri rüzgâr esmediği süreçlerde ve **GES** sistemleri ise güneşin olmadığı periyotlarda enterkonnekte şebeke ağına etkin güç aktarımı sağlamamaktadır. Böylece, enterkonnekte sistem ağı güç dengesizlikleri, gerilim kararsızlıkları ve voltaj düzensizlikleri yaşamaktadır. Söz konusu küresel güç üretimi tutarsızlıklarının önlenmesi için global akıllı elektrik şebekeleri devreye girmesi gerekmektedir. Küresel akıllı güç şebekeleri (**smart grid**) sistemlerinin verimli kullanılması bağlamında ise yenilikçi enerji ve güç depolama kompleksleri ünitelerine ihtiyaç duyulmaktadır. **ABD** Tesla Firması, Amerikan konutları ve Avustralya evlerine düzenli kararlı güç temini çerçevesinde güneş enerjisi depolamak için inovatif lityum iyon bataryalı Powerball aküleri montaj çalışmalarını 2016 yılının ilk aylarından itibaren başlatmıştır. Amerikan yapımı yenilikçi lityum iyon akülü Powerball bataryaları maliyeti 3000 dolar olarak hesaplanmaktadır. Güç üretim ve dağıtım idaresi alanında faaliyet gösteren İtalyan Enel Şirketi de benzer inovasyona dayalı enerji depolama sistemi ürünlerini Güney Afrika evleri ve işyerleri elektrik şebekelerine 2016 yılında monte edecektir. Ulusal enerji arz güvenliği açmazı ve sarmalı içine düşen karaelmas kömür ülkesi Güney Afrika, ne yazık ki, yoğun güç kesintileri, elektrik kısıntıları ve enerji darboğazı sorunları yaşamaktadır. Gelecekte enerji üretim ve güç dağıtım idareleri elektrik arz güvenliği çıkmazı ve ikilemi problemleri ile karşılaşmamak için dev akü sistemleri kurulması yönünde önlemler alması beklenmektedir. Çok büyük şarj edilebilir lityum iyon batarya kompleksleri, güç talebinin azaldığı süreçlerde enerjiyi depolayacak aynı zamanda elektrik kullanımı ve tüketiminin yoğun olduğu periyotlarda ise depoladığı enerjiyi akıllı şebekeler (**smart grid**) yoluyla enterkonnekte sistem ağına verecektir. Baz yük kaynağı fosil yakıtlı termik santraller de ulusal enerji talebinin azaldığı

sürelerde yedek güç ve elektrik kapasitesi görevi üstlenecektir. Enerji depolama alanında **AES Energy Storage** Firması, dünyanın en büyük elektrik stoklama şirketi olarak tanınmaktadır. **AES Energy Storage** Şirketi, Güney Kaliforniya'da maksimum kapasiteli güç tesisi **peaker plant - peaking power plants** kurulması bağlamında 2014 yılında bir kontrat imzalamıştır. Güç tesisi yoluyla elektrik talebinin maksimum düzeylere ulaştığı zamanlarda şebekeye 100 megawatts (**MW**) yedek enerji verilmesi hedeflenmektedir. Yine **AES Energy Storage** Firması, küresel lityum iyon akü yapımcısı Güney Kore **LG** şirketi ile lityum bataryası satın almak için Aralık 2015 tarihinde uzun vadeli bir anlaşma parafe etmiştir. **Peaking power plants** lityum iyon akülü güç tesisleri sayesinde **AES** firmasının maksimum elektrik kapasitesi on kat yükseğe 1 gigawatt seviyesine kadar ulaşması amaçlanmaktadır. Erişilen güç düzeyi ise 1000 MW'lık klasik kömür yakıtlı termik santral ünitelerine eşdeğer enerjinin sağlanması anlamına gelmektedir. **AES Energy Storage** Şirketi Yönetim Kurulu Başkanı John Zahurancik, böylece güç şebekeleri kapsamında hibritleştirme – melezleştirme işlemi gerçekleştirdiklerini ifade etmektedir. Herşeye rağmen lityum iyon teknolojisi sadece otomobil düşkünlerini değil aynı zamanda şarj edilebilir akülerden kaygı duyan kesimleri de etkilemektedir. Bütçesi federal fonlardan karşılanan Şikago (Chicago) kentinde faaliyet gösteren Birleşik Devletler Enerji Bakanlığı (**United States Department of Energy – US DOE**) Argonne Ulusal Laboratuvarı (**Argonne National Laboratory – ANL**) tarafından Aralık 2015 tarihinde yayınlanan bilimsel araştırmada büyük ölçekli aküler ile donanımlı elektrikli taşıt araçlarının yol alma menzillerinin yüzlerce mil olması, yeniden şarj edilme sürelerinin saatler mertebesi yerine dakikalara düşürülmesi ve maliyetlerinin ise doğalgaz yakıtlı ulaşım taşıtları ile mukayese edilebilir seviyelere kadar indirilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Sözü edilen taleplerin inovatif ileri lityum iyon teknolojisi sayesinde karşılanması da olası görülmektedir. Bu arada Amerikan Tesla Firması'ndan J.B. Straubel, lityum iyon akülerin performansı ile veriminin gelecekte en az iki artacağını öngörmekte ve lityumun batarya dünyasına yön vermeyi sürdüreceğine inanmaktadır. Şili'nin kuzey kıyısı üzerinde kurulu Angamos kömür yakıtlı güç tesisi aynı zamanda lityum iyon bataryalara dayalı elektrik üretimi de gerçekleştirmektedir. 544 MW 'lık Angamos termik güç santrali ve yedek kapasitesi 20 MW 'lık ileri lityum iyon batarya kompleksi elektrik üretimi birlikte hizmet vermektedir. Yedek kapasite kapsamında her biri 2 MW 'lık olan 10 konteyner içine monte edilmiş 1 milyon küf yeşili geliştirilmiş lityum iyon bataryası hücresi kullanılmaktadır. Yedek lityum iyon akülü güç kapasitesi Atacama bölgesinde şebekenin gücünü düzenlemekte ve elektrik talebinin yoğun süreçlerde devreye girmektedir. Ayrıca, Atacama Çölü içinde yer alan ve yüzlerce mil uzaklıkta olan **SQM** lityum maden işletme tesisleri güç ihtiyacı da karşılanmaktadır. Lityum kaynaklı güç tesisi çerçevesinde Şili **SQM** tesisi komplekslerinde üretilen lityum karbonat, Çin'e gönderilip lityum hücresi haline dönüştürüldüden sonra Amerika'da **AES Energy Storage** Firması tarafından lityum iyon bataryaları imal edilerek elektrik üretimi için tekrar Şili'ye yollanmaktadır. Sonuçta, batarya hücrelerinde çok az miktarda kullanılan son derece küçük beyaz altın lityum metalinin uzun süren yolculuğunun aslında geleceğin doğa dostu sürdürülebilir küresel enerji arz güvenliği sorunları çözümüne bir katkı sağlaması da umut edilmektedir.

Kaynaklar:

-Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya Eyaleti Temiz Enerji Kaynakları Politikaları, Emisyon Üst Sınırı ve Ticareti Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.

- Global İklimsel Değişimler Nedeni Ortalama Sıcaklık Artışları Sonucu Ortaya Çıkan Kuraklıklar ve Küresel Tarım Ürünleri Rekolte Düşüklüğü Olasılıkları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası**, Faydalı Bilgiler, 2012.
- ABD** Kömüre Dayalı Elektrik Santralleri Karbon Salımları ve Karbondioksit Emisyonları Bertaraf Edilmesi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişiklikleri Nedenleri Arasında Sayılan Küresel Karbondioksit Emisyonları Yok Edilmesi Teknolojileri Maliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Avrupa Birliği Ulaşım Politikası ve Kyoto Protokolü Sonrası **AB** Küresel Karbondioksit Emisyonları Azaltılması Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Çin, Fosil Yakıtlar Tüketimi Sonucu Oluşan Is ve Kurum Kaynaklı Hava Kirliliği Politikaları, 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.
- Avustralya Sıcaklık Artışları, Ocak 2013 Kavurucu Sıcak Hava Dalgası Sonucu Yaşanan Boğucu Sıcaklar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Sıcaklık Artışları Sonucu Global Buzul Sahanlıkları, Buzul Karlar ve Buz Kristallerinden Oluşan Kar Kütlelerinin Erimesi Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** 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.
- Almanya Enerji Reformu Düşük Karbon Ekonomileri Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Devrimi ve **Energiewende** Enerji Çevrimi Açmazı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kullanan Termik Santraller ve Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Güney Afrika Elektrik Üretimi Portföyü, Enerji Arz Güvenliği Zafiyeti ve Çıkmazı Sorunları Nedeni Ülke Genelinde Yaşanan Elektrik Kesintileri ile Enerji Kısıntıları Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Tropik Tayfunlar, Kasırgalar, Fırtınalar, Hortumlar ile Global Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Mekanizmaları Bilimsel İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Global Isınma ve Küresel iklim Değişikliği Mekanizmaları Belirtisi Sayılan Dünya Deniz Seviyeleri Yükselmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünya Is ve Kurum (Siyah Karbon) Kökenli Çevre Kirliliği ile Global Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Mekanizması Bilimsel İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Global Karbondioksit Konsantrasyonları Artmasıyla Küresel İklimsel Değişimler Sonucu Okyanusların ve Denizlerin Asitlenmesi Sorunları, 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, **FMO** 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** Enerji Sıkıntıları ve **AB** Düşük Karbon Ekonomileri Planları Kapsamında Uygulanmaya Çalışılan Enerji Kaynak Çeşitliliği Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Düşük Karbon Teknolojileri Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Menşeli Yeni Kuşak Güneş Enerjisi Sistemleri Verimlilik Artırma Çalışmaları Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Çin Yüksek Sera Gazı Emisyonları Karşısında Karbonsuz Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Kökenli **RES** ve **GES** Elektrik Üretimleri Projeleri Geliştirilmesi, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- İngiltere Yenilenebilir Enerji Kaynakları (**YEK**) Kökenli Açık Deniz (Offshore) ve Kıyılara Yakın Kara Rüzgâr Elektrik Santrali (**RES**) Çiftlikleri (Onshore Wind Farms) Güç Üretimleri Profili, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Amerika Birleşik Devletleri Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK**'e Dayalı Açık Deniz (Offshore) Rüzgâr Enerjisi Santralleri **RES** Çiftlikleri Gelişim Periyodu, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Dünya Düşük Karbon Ekonomisi Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Elektrik Üretim Sistemleri Gelişim Süreci İçerisinde **YEK** Güç Üniteleri Yatırımları Artışı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- Dünya Karbondioksit Emisyonları Yok Edilmesi Teknolojileri Uygulamaları ve Yasal Düzenlemeleri Gelişmeleri Işığında Olası **BM** 2015 Paris İklim Anlaşması, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
- 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.
- The Economist Dergisi, (16 Ocak 2016 – 22 Ocak 2016).

Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Resmi İnternet Sitesi:

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