

Hidrokarbon Kaynaklarının Yerini Alacak Geleceğin Altın Madeni Tanımlanan Lityum Elementi İçin Deniz Suyu Yoluyla Sınırsız Üretim Teknolojisi

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

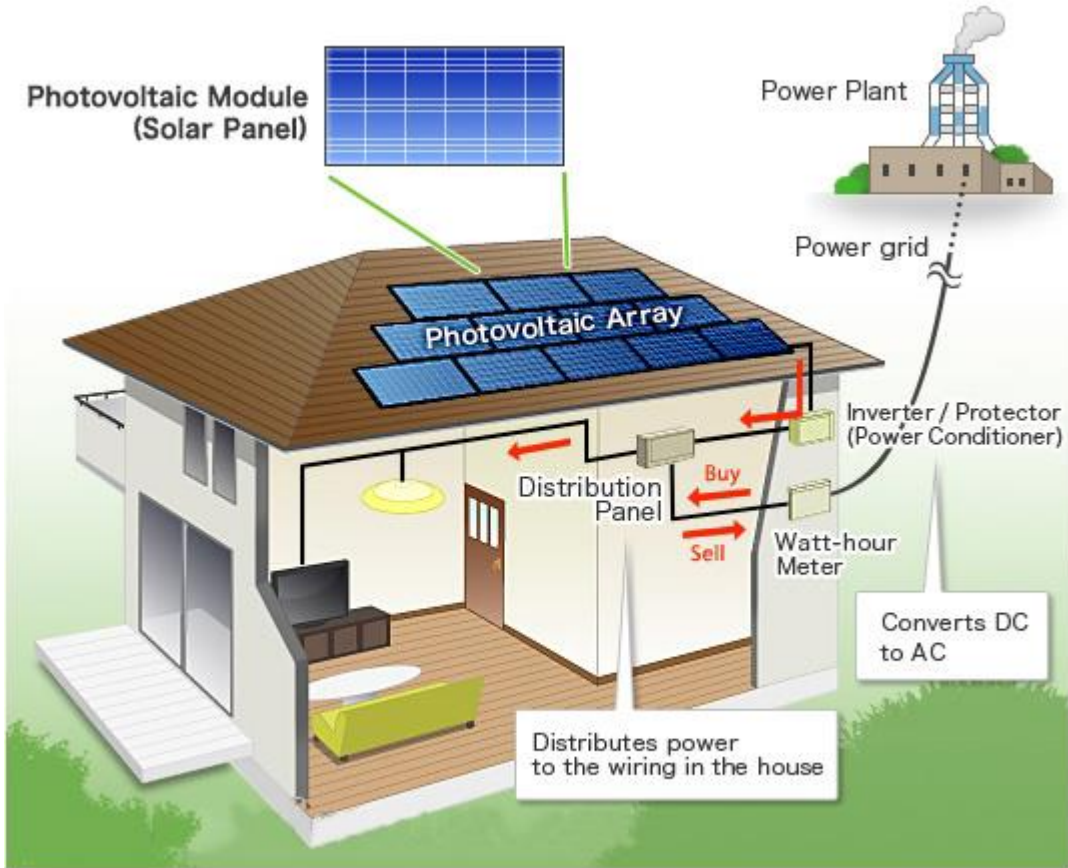
Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

Global karbonsuzlaştırma teknolojileri devrimi yaşayan dünya enerji sektörü dalında çevre dostu evrimsel elektrikli otomobiller ile karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları YEK odaklı rüzgar enerjisi santralleri RES kompleksleri ve güneş enerjisi santralleri GES üniteleri hızlı biçimde yaygınlaşmaktadır. Kesintili güç üretimi sağlayan YEK menşeli çevreci RES ve GES tesisleri ise enerji depolama sistemleri vasıtasıyla sürekli elektrik enerjisi temini konumuna gelmesi öngörülmektedir. Ayrıca, Türkiye ilk yerli uzun menzilli yenilikçi elektrikli otomobil seri üretimleri 2022 yılından itibaren başlaması ile birlikte ulusal şarj edilebilir akümülatör ihtiyaçları da artacaktır. Diğer taraftan, gelecekte ise global fosil yakıtlı içten yanmalı motorlar üretimleri hakkında ciddi sınırlamalar getirilecektir. Böylece, küçük büyük her türlü elektronik sistemler içerisinde küresel şarj edilebilir piller, bataryalar, akülerin kullanımları dev adımlar ile ilerlemesi beklenmektedir. Bu bağlamda yeni kuşak akıllı cep telefonları, robotlar, dizüstü bilgisayarlar, insansız hava araçları - İHA, roketler, uydular, sıfır emisyonlu inovatif elektrikli otomobiller, karbonsuz güç santralleri enerji depolama sistemleri içindeki şarj edilebilir makro mikro bataryalar, aküler, piller yoğun biçimde lityum minerali madenleri ve cevherlerine gereksinim duyacaktır. Global lityum elementi elde edilmesi en uygun şekilde küresel tuzlu su rezervuarları aracılığıyla sağlanmaktadır. Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları Kurumu - US Geological Survey verilerine göre küresel lityum cevheri rezervleri; Bolivya %27, Şili %18.9, Arjantin %16.4, Amerika Birleşik Devletleri ABD %13.6, Çin %13.6, Avustralya % 4.3 ve diğer ülkeler % 10.2 olarak sıralanmaktadır. Türkiye’de ise zengin bor madeni rezervleri çok önemli bir lityum kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle, Türkiye bor atığı sınırlardan lityum çıkarılması tesisi kurulması da önem taşımaktadır. Kurulacak milli lityum tesisi sayesinde rekabet edilebilir ulusal lityum karbonat üretimi mümkün olacaktır. Sürdürülebilir küresel lityum arz güvenliği temini açısından deniz suyundan limitsiz global lityum metali sağlanması bu yazı kapsamında araştırılmaktadır.

Küresel inovasyona dayalı elektrikli otomobil satışı artışları ile beraber global lityum cevheri talepleri de yükselmektedir. Ancak, dünya şarj edilebilir bataryaları içeriğinde kullanılan ve hafif metal özelliği taşıyan lityum madeni yeryüzünde bol miktarda bulunmamaktadır. Şimdilerde bilim insanları sınırsız küresel lityum metali elde edilmesi ve global lityum arz güvenliği sağlanması yönünde deniz suyu kaynakları üzerinde durmaktadır. Güney Kore **Seul Ulusal Üniversitesi** (Seoul National University - **SNU**) öğretim üyesi Kimya Mühendisi **Prof Dr Jang Wook Choi**, söz konusu küresel lityum bileşikler eldesi araştırmalarının çok önemli bir adım olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, kullanılmış lityum iyon aküler, bataryalar ve piller içerisinden lityum çıkarılması çalışmalarının da fayda sağlayacağını ifade etmektedir. Lityum metali, diğer batarya materyallerine kıyasla çok daha fazla enerji depolaması ve tekrar şarj edilebilir özelliği nedeni ile can alıcı nitelikler taşımaktadır. Küresel üreticiler yılda 160000 ton dan daha fazla global lityum materyali kullanmaktadır. Gelecek 10 yıl zarfında ise küresel lityum metali ihtiyacı rakamlarının 10 kat artacağı

tahmin edilmektedir. Bununla beraber, global lityum cevheri rezervleri çoğunlukla Güney Amerika ülkeleri Bolivya, Şili ve Arjantin olmak üzere çok az sayıda ülkede bulunmaktadır. Küresel lityum metali genellikle tuz maden ocakları ya da çok tuzlu sular kanalıyla sağlanmaktadır. Dünya lityum materyalleri azlığı ve kıtlığı ise global lityum madeni fiyatları kapsamında ciddi olumsuz etkiler yaratması beklenmektedir. Özellikle küresel lityum cevheri fiyatları artışları yeni nesil şarj edilebilir akülü elektrikli taşıt araçları ile çatı üstü güneş enerjisi santralleri kapsamında yoğun biçimde kullanılan **Tesla Powerwall** sabit bataryaları üretimleri sekteye uğrayacaktır.

Çatı üstü fotovoltaik modül içeren solar panelli güneş enerjisi ünitesi güç üretimi şeması ile şebekeye elektrik enerjisi satışı ve devrede güç olmadığı zaman ise şebekeden elektrik enerjisi satın alınması temsili olarak aşağıdaki resimde gösterilmektedir. Sistemde lityum iyon bataryaları ve aküleri kullanılması halinde şebekeye sadece aralıklı elektrik enerjisi satışı gerçekleşmesi olanağı doğmaktadır.



Kaynak: CO Sources

Günümüzde küresel lityum metali arzı darboğazı ve sıkıntıları karşısında deniz suyu kaynakları bir kurtarıcı rolü üstlenmesi olasılığı ortaya çıkmaktadır. Dünyada okyanuslar ve denizler 180 milyar ton global lityum materyali ihtiva etmektedir. Sulu halde mevcut olan lityum elementi deniz sularında milyonda yaklaşık 0.2 oranında bulunmaktadır. Bilim insanları deniz sularından lityum metali arıtılması ve çıkarılması bağlamında çok sayıda membran filtreler, endüstriyel uygun diyaframlar ve ince zarlar tasarlamaktadır. Lityum materyali konsantrasyonu elde edilmesi için çoğunlukla suların buharlaştırılması yöntemi kullanılmaktadır. Ancak, söz konusu lityum elementi kazanılması işlemlerinde çok geniş bir sahaya ve zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Maliyetleri tartışılara açık mevzu bahis çalışmaların ekonomik yönden fizibil olduğu ise henüz kanıtlanmış durumda değildir. Öte yandan **Dr Choi** ve diğer araştırmacılar,

suların buharlaştırılması yöntemine başvurmadan denizlerden ve tuzlu sulardan lityum metalinin doğrudan ayrıştırılması için lityum iyon bataryası elektrotları kullanılması araştırmaları yürütmektedir. Sandviç benzeri tabakalardan oluşan lityum iyon elektrotlar vasıtasıyla lityum iyonları tutulması ve tuzaklanması sağlanmaktadır. Deniz sularından lityum yakalanması ve hapsedilmesi aynı zamanda lityum iyonlarının çekilmesi açısından elektrotlara negatif elektrik voltajı uygulanmaktadır.

Güney Amerika Boliviya zengin lityum metali rezervleri sahalarında tuzlu sudan lityum materyali kazanılması aşağıdaki resimde gösterilmektedir.



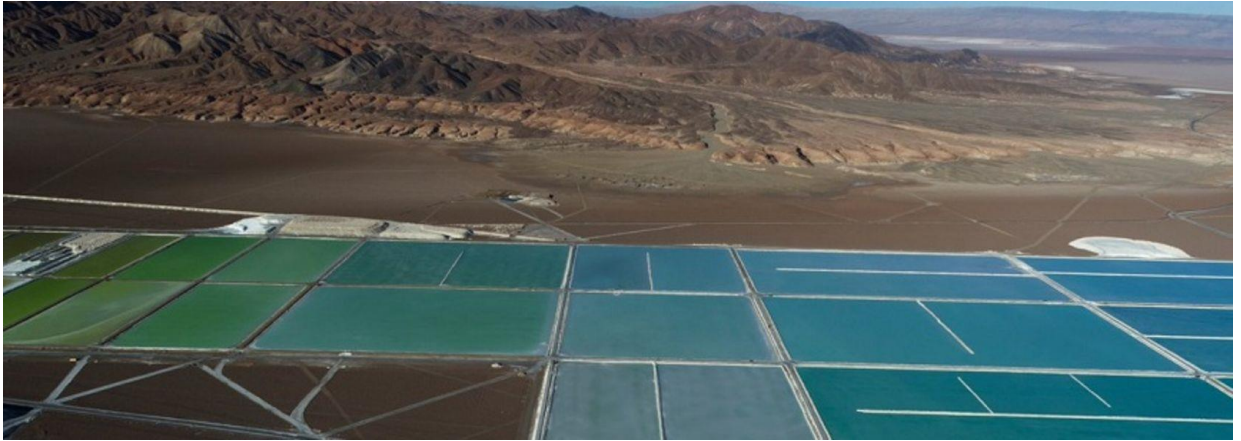
Kaynak: Getty Images

Bununla beraber deniz sularında lityuma kıyasla 100000 kat daha fazla bulunan benzer kimyasal element sodyum da elektrotlara doğru çekilmektedir. Aynı oranlarda elektrotlara doğru iki elementin yol alması sonucu sodyum elementi lityum metaline engel oluşturmaktadır. Söz konusu problemin giderilmesi çerçevesinde **Stanford University Materials Science and Engineering** Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü araştırmacılarından **Prof Dr Yi Cui** ve bilimsel ekibi, alternatif elektrot materyalleri seçimi üzerine odaklanmıştır. Öncelikle elektrotlar, ince tabakalı titanyum dioksit bariyeri ile kaplanmıştır. Böylece, lityum iyonları boyutlarının sodyuma nazaran daha küçük olması, lityum yüklerinin sandviç elektrotlara doğru ilerlemesi ve ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, bilim insanları kontrollü elektrik gerilimi tatbiki yöntemini de değiştirmektedir. Elektroda sabit negatif voltaj yerine dönüşümlü gerilim uygulanmaktadır. Önce negatif gerilim uygulanmakta ve kısa süre devre kapatılmaktadır. Daha sonra elektroda pozitif voltaj verilmektedir. Devre kapatma açma işlemleri aralıklı ve dönüşümlü biçimde sürdürülmektedir. **Dr. Cui**, voltaj değişimleri sonucu lityum ve sodyum iyonlarının elektroda doğru hareket ettiğini, durduğunu ve tersine akım olduğu zaman ise geriye hareketlendiğini açıklamaktadır. Lityum iyonlarının sodyum iyonlarına kıyasla elektrot materyaline biraz daha yüksek oranlarda yakın olması nedeni ile önce lityum elektroda doğru gelmekte ve elektrodu en son terk etmektedir. Voltaj dönüşümünün sürdürülmesi

sayesinde elektrot içeriğinde lityum konsantrasyonu temin edilmektedir. **Joule Dergisi** Temmuz 2020 tarihli yayımında **Dr Cui** ve araştırma grubu tarafından proseslerde bire bir lityum sodyum oranına ulaşıldığını bildirilmektedir. Önceleri **Dr Cui** laboratuvarında post doktora çalışmaları yapan **Amerika Birleşik Devletleri Şikago Üniversitesi (University of Chicago)** materyal bilimcisi **Dr Chong Liu**, lityum metali hasatı kapsamında en azından iki seçeneikli yöntemin kazanıldığını işaret etmektedir. **Dr Liu**, karasal lityum materyali üretilmesi ile rekabet eden yeterince düşük maliyetli sürdürülebilir inovatif lityum metali geri kazanılması teknolojileri yöntemlerinde halen bir ilerleme kaydedilmediğini de ifade etmektedir. Bununla beraber **Bayan Dr. Liu**, lityum iyon bataryaları elektrotları kapsamında diğer tiplerin kullanılması seçeneğinin artması yönünde bilimsel ve teknolojik çalışmalar yürüttüklerini dile getirmektedir.

Sonuçta, iskartaya ayrılan kullanılmış atık piller, bataryalar ve aküler kanalıyla lityum materyali elde edilmesi teknolojileri çalışmalarının da yenilikçi karbonsuz elektrikli araçlar akümülatörleri gereçlerinin üstünlük sağlaması aynı zamanda global lityum madenleri arz güvenliği temini açısından önem taşımaktadır.

Şili **Albemarle** lithium madeni rezervleri tuzlu su buharlaştırma havuzları sahası aşağıda resmedilmektedir.



Kaynak: EMMERSON PLC

Kaynaklar:

- ABD** Kömüre Dayalı Elektrik Santralleri Karbon Salımları ve Karbondioksit Emisyonları Bertaraf Edilmesi Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** 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 FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Avrupa Birliği** Ulaşım Politikası ve Kyoto Protokolü Sonrası **AB** Küresel Karbondioksit Emisyonları Azaltılması Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- Çin, Fosil Yakıtlar Tüketimi Sonucu Oluşan İş 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 FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.

- Avustralya Sıcaklık Artışları, Ocak 2013 Kavurucu Sıcak Hava Dalgası Sonucu Yaşanan Boğucu Sıcaklar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO 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 FMO 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 FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Amerika Birleşik Devletleri Kömür Kullanan Termik Santraller ve Yeni Çevre Kirliliği Yasal Düzenlemeleri Perspektifi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO 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 FMO 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 FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO 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 FMO 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 FMO 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.
- İngiltere Karbon Yakalama ve Hapsetme (**CCS**) Teknolojileri Uygulamaları ile Karbondioksit Emisyonlarının Yeraltında Depolanması Projeleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik **Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - İngiltere Peterhead Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali Karbondioksit Tutma ve Tecrit Etme CCS Teknolojisi Pilot Tesisi ile Emisyonların Kuzey Denizi Tüketilmiş Klasik Doğalgaz Rezervuarları İçine Pompalanması, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik **Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Dev Global Ham Petrol Üreticisi Şirketler Açısından Küresel İklim Değişiklikleri Durdurulması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Küresel İklim Değişikliği Eylem Planları Yoluyla Global Karbondioksit Emisyonları Sınırlandırılması ve Denetim Altına Alınması Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik **Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Global Karbondioksit Emisyonları Limitlenmesi, Kontrol ve Denetim Altına Alınması için Dünya İklim Değişiklikleri Eylem Planları ve Küresel Projeler, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik **Mühendisleri Odası 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 FMO** 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 FMO** 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 FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - Temiz Enerji Kaynakları Kökenli Sistemler İçinde Kullanılan İnovatif Lityum İyon Aküler Üretimleri ve Küresel Beyaz Altın Lityum Arz Güvenliği, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik **Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - Ürdün, Suudi Arabistan, BAE, Güney Afrika, Almanya, Meksika, Brezilya, Peru, Amerika, Çin ve Hindistan **YEK** Menşeli Solar Enerji Santralleri Yatırımları, Ahmet

- Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Avrupa Çevre Fosil Yakıtlar Tüketim Vergisi Uygulaması Gerekliği ve Yeşil, Çevreci Karbonsuz Yeni Kuşak Elektrikli Araba Satışları Teşvikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** 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 FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2016.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - Güneş Panelleri, Enerji Tasarruflu LED (Light-Emitting Diodes) Aydınlatma Sistemleri Fiyatları Düşüşleri ve Dünyanın Yoksul Bölgelerinde Kullanımı, 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.
 - 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.
 - 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.
 - Global Karbonsuz Güç Depolama Tesisleri Sayesinde Dünya Doğa Dostu Yeni Kuşak Akümülatör Endüstrisi Gelişimi ve Yaygınlaşması Periyodu, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2017.
 - Büyük Britanya Yeni Kuşak Pil, Batarya ve Akümülatör Geliştirilmesi Periyodu Çerçevesinde Uzay Araçları ile Lityum Maden Araştırmaları Programı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
 - American Association for the Advancement of Science - **AAAS Dergisi**, 13 Temmuz 2020.

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

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