

## **Çin Küresel Eser ve Nadir Toprak Metalleri Marketi Hakimiyeti ile Global Evrimsel Elektrikli Otomobiller Kobalt ve Nikel İhtiyaçları Karşılanması**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası ([canguzel.taner@gmail.com](mailto:canguzel.taner@gmail.com))

Geleceğin doğa dostu global alternatif enerji kaynakları sayesinde dünya elektrik enerjisi üretimi profili önemli bir dönüşüm ve transformasyon süreci yaşayacaktır. Halihazır küresel enerji portföyü, karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları YEK tabanlı rüzgar enerjisi santralleri RES ve güneş enerjisi santralleri GES üniteleri ile birlikte global fosil yakıtlar yerine geçecek olan karayolu emisjonsuz yeni kuşak elektrikli arabalar aküler kullanımı sayesinde ciddi bir farklılaşma ve değişim periyoduna uğrayacaktır. Böylece, %80 düzeyinde seyreden küresel hidrokarbon ürünler benzin, dizel, gaz yağı, fueloil, doğalgaz, kömür ve düşük kalorili linyit gibi çok kirli düzeyde seyreden dünya fosil yakıtlar egemenliği de son bulacaktır. Ayrıca, dünyanın ısınması ve global iklim değişikliği mekanizmaları problemleri çözümü açısından küresel fosil yakıt yakan enerji tesisleri ve sistemleri yaygınlaşmasının sınırlandırılması hakkındaki uluslararası çevre kirliliği yasal hükümleri yaptırımları ile temiz enerji kaynakları kullanımına yönelik uluslararası kamuoyu baskıları da giderek yoğunlaşmaktadır. Dünya sera gazı emisyonlarının azaltılması, kontrol ve denetim altına alınması yönünde 2015 yılı Birleşmiş Milletler BM Paris İklim Mutabakatı da gelecekte uyulması zorunlu kanuni ekolojik denge düzenlemeleri ile küresel sıcaklık artışları önlenmesi çalışmalarına örnek teşkil etmektedir. Bununla beraber dünya yeni kuşak elektrikli otomobiller kullanımları artması küresel güç üretimi talebinin hızla yükselmesine neden olacaktır. Uluslararası sürdürülebilir enerji arz güvenliği ölçütlerinin korunması ise baz yük kaynakları fosil yakıtlı termik santraller üniteleri ve temel enerji kaynağı karbonsuz nükleer güç santralleri NGS reaktörleri kompleksleri elektrik üretimleri aracılığıyla sağlanması gerekmektedir. Diğer taraftan, global nadir ve eser toprak elementleri rezervleri %85 oranında Çin'de bulunmaktadır. Dünya eser ve nadir toprak metalleri yatakları çerçevesinde Çin tekel konumunda kabul edilmektedir. Küresel YEK'e dayalı RES ve GES tesisleri, enerji depolama sistemleri ve yenilikçi elektrikli otomobil bataryaları içinde kullanılan söz konusu az bulunur global kıymetli mineraller ihracatları için Çin, uluslararası ticari kısıtlamalar ve sınırlamalar getirmektedir. Çin tarafından çevre dostu inovatif elektrikli taşıt araçları imalatçıları için gerekli olan küresel kobalt elementi piyasası ve pazarı liderliği kurulması durumu bu yazı kapsamında sorgulanmaktadır.

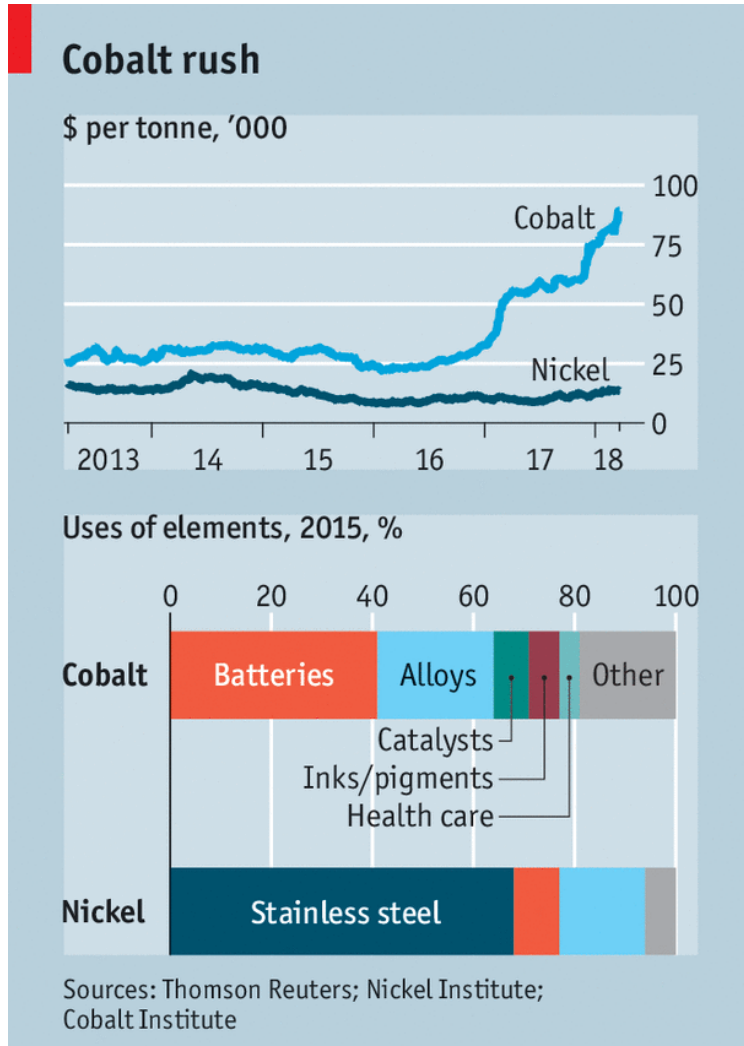
Atom ağırlığı 59 olan kobalt metali adını Alman mitolojisi içeriğinde gülyabani, kötü ve çirkin yaratık manasına gelen Kobold'dan almıştır. Kobalt elementi mineralleri Ortaçağ madencileri tarafından önceleri değerli cevher özelliğinde görülmüş ancak sonraları tehlikeli, zararlı ve kıymetsiz moloz parçaları olarak nitelendirilmiştir. Günümüzde de küresel enerji marketi bağlamında global kobalt madenleri, yenilikçi elektrikli ulaşım araçları akümülatörleri yapımlarına ilişkin yeni bir pazar riski ve sıkıntısı doğurmaktadır. İnovasyona dayalı uzun menzilli elektrikli taşıtlar şarj edilebilir aküleri ünitelerinin her birinde yaklaşık 10 kilogram kobalt metali kullanılmaktadır. Böylece, kobaltın tehlikeli ve riskli yönü artık Almanya yerine şimdilerde global enerji pazarı temelinde Çin'e doğru çevrilmektedir. Dünya kobalt

rezervleri miktarlarının yarısından fazlası, stabil olmayan riskli ve tehlikeli Afrika ülkesi **Demokratik Kongo Cumhuriyeti (Democratic Republic of Congo - DRC)** sınırları dahilinde yer almaktadır. Küresel lityum iyon bataryaların katotları yapımı safhasında can alıcı öneme sahip **kobalt sülfatlar (CoSO<sub>4</sub>)** ve **kobalt oksitler (CoO)** %80 oranında Çin'de saflaştırılmaktadır. Geri kalan %20 global kobalt sülfat ve kobalt oksit kaynakları ise Finlandiya'da işlenmektedir. Kobalt oksit materyalleri ve kobalt sülfat ham maddeleri ise Finlandiya tarafından **Demokratik Kongo Cumhuriyeti - DRC** kobalt maden ocakları kanalıyla temin edilmektedir. Söz konusu **DRC** kobalt maden ocakları işletmelerinin çoğunluk hisse senetleri de yine Çin **China Molybdenum** Firması'na ait bulunmaktadır.

Öte yandan, Çin'in Kongo Cumhuriyeti kobalt üretimi faaliyetlerini tamamen kontrol altına girişimleri de kaygı uyandırmaktadır. Çin batarya yapımcısı **GEM** Şirketi, 14 Mart 2018 tarihinde dünyanın en büyük metal üreticisi **Glencore** Firması'ndan da 2018 - 2020 yılları arasında kobalt istihsalinin %30'unu talep etmiştir. **GEM** Firması tarafından talep edilen kobalt miktarı, 2017 yılı 110000 ton'luk dünya kobalt üretimi rakamlarının yaklaşık yarısına eşdeğer gelmektedir. **Glencore** Şirketi, İngiltere - İsviçre ortaklığı global dev maden ocakları işleticisi sayılmaktadır. Çin yoğun kobalt talebi nedeniyle küresel kobalt fiyatları 2016 yılında tonu ortalama 26500 dolar iken 2018'de 90000 doların üzerine kadar çıkmıştır. Çin'in dışında diğer küresel yenilikçi akümülatör üreticileri, yeni nesil elektrikli araba üretim firmaları ve ticari elektronik imalatçıları tarafından benzer global kobalt talebi olup olmadığı **Glencore** Şirketi'nce henüz duyurulmamıştır. Bununla beraber **Cairn Energy Research Advisors** Danışmanlık Firması Direktörü **Sam Jaffe**, mevcut durumun bazı şirketlere ciddi bir ekonomik ve finansal darbe vuracağını işaret etmektedir. Direktör **Jaffe**, Çin batarya üreticileri girişimlerini bir tür sandalye kapma oyununa benzetmektedir. Çin akü imalatçıları bir sandalye haricinde tüm sandalyeleri ele geçirmiş konumda bulunmaktadır. Geriye kalan boş sandalye için diğer global batarya üreticileri ise çığınca kıyasıya mücadele vermektedir. **Mr Jaffe**, Çin firmalarının küresel kobalt metali marketi ve piyasasını ele geçirme planlarını global spekülatif ve vurguncu girişimler doğrultusunda değerlendirmektedir. Ayrıca, Çin'in yoğun küresel kobalt elementi temini programı yerine ciddi biçimde hedeflenen ulusal elektrikli araçlar üretimleri yatırımlarına odaklanması gerektiği de yine aynı uzman tarafından dile getirilmektedir. Bu arada çok daha kaygı verici değerlendirmeler yapılmaktadır. Örneğin, **CRU** Danışmanlık Şirketi yetkilisi **George Heppel**, Çin akü üreticisi **GEM** Firması'nın **Glencore** Şirketi kobalt madeni üretiminin büyük bir bölümüne talip olmasına paralel biçimde **China Moly** Firması'nın da Kongo'da çıkardığı kobalt minerallerinin saflaştırılması çalışmalarının Finlandiya yerine Çin'e aktarılması olasılığı üzerinde durmaktadır. Bahse konu kobalt materyallerinin işlenmesi faaliyetleri de Çin'de gerçekleştiği takdirde küresel kobalt kimyasal ürünler üretim arzı %95 oranında Çin'in eline geçecektir. Çin kobalt sülfat üreticileri tekel konumuna yükselmesi ihtimali karşısında Japonya ve Güney Kore teknoloji firmaları son derece kaygı duymaktadır. Örneğin, Çin ve Japonya arasında 2010 yılında filizlenen deniz anlaşmazlığı sırasında Japon teknoloji firmaları için can alıcı öneme haiz nadir toprak metalleri hakkında Çin Hükümeti'nin yürürlüğe koyduğu ihracat sınırlamaları ve yasağı da halen hafızalardan silinmemiştir. Dünya eser ve nadir toprak metalleri üretimleri %85 oranında Çin tarafından gerçekleştirilmektedir. Çok az sayıda uzman ise küresel kobalt materyalleri pazarı sorunları ve geriliminin kısa süre içinde azalacağını umut etmektedir. Kongo Cumhuriyeti kobalt mineralleri tedariki gelecek birkaç yıl zarfında artması beklenmesine karşın son senelerde kobalt madencilik

ruhsatları, işletim hakları, rödövars bedelleri ve üretim lisans ücretleri beş kat birden yükselmesi de yatırımcılar üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Global kobalt bileşikleri yatırımları diğer yerlerde sınırlı düzeyde kalmakta, aynı zamanda dünya kobalt materyalleri neredeyse tamamen küresel bakır ve nikel madenleri ile beraber çıkarılmaktadır. Mevcut fiyat tarifeleri ışığı altında üretim miktarları dikkate alınması halinde sadece kobalt tedariki ve üretimi de ekonomik açıdan yetersiz sayılmaktadır.

Aşağıda yıllara göre bin ton başına dolar olarak küresel kobalt metali fiyatı artışları [turkuaz renkli eğri](#) ve düz seyir izleyen global nikel madeni fiyatı [lacivert renkli eğri](#) ile işaret edilmektedir. Kobalt ve nikel elementleri 2015 yılı kullanım sahaları, kobalt için batarya imalat sektörleri [kiremit renkli band](#), alaşım malzemeler [turkuaz renkli band](#), katalizörler [mavi renkli band](#), mürekkep ve boya maddeleri [bordo renkli band](#), sağlık hizmeti donanımları [açık mavi renkli band](#), diğer sanayi dalları [eflatun renkli band](#) ile gösterilmektedir. Nikel metalleri kullanım alanları, paslanmaz çelik [lacivert renkli band](#), pil batarya ve akü üretimi [kiremit renkli band](#), alaşımlar [turkuaz renkli band](#), diğer endüstriyel dallar [eflatun renkli band](#) ile temsil edilmektedir.



Economist.com

**Kaynaklar:** Thomson Reuters; Nikel Enstitüsü; Kobalt Enstitüsü; The Economist Dergisi

Doğa dostu, çevreci ve yeşil yeni nesil elektrikli ulaştırma araçları popülaritesi yükselmesi durumunda küresel kobalt talep patlaması yaşanması ihtimali de artmaktadır. **Mr Heppel**, halihazırda kobalt çoğunlukla akıllı telefonlar ve jet motorları süper alaşımları yapımları için kullanıldığı ancak söz konusu global çevre dostu taşıt araçları talep artışları doğrultusunda sadece karbonsuz elektrikli arabalar kapsamında 2017 yılı kobalt talebi 9000 ton mertebesinde iken 2026 yılı kobalt talebinin ise 107000 ton'a ulaşacağını tahmin etmektedir. Yükselen dünya kobalt fiyatları sayesinde global yeni kobalt kaynakları arzı faaliyetleri de ivmeleneyecektir. Bununla beraber Çinli olmayan küresel pil, batarya ve akü üreticileri olası global kobalt darlığı, kıtlığı ve sıkıntısı sorunları karşısında önlemler almaya çalışmaktadır. Alman mitolojisi içeriğinde şeytan (Old Nick) anılan aynı zamanda kobalt ve nikel elementleri ile yakın ilişkili olan diğer gülyabani metaller (goblin metals) gerektiğinde en iyi çözüm yolu sayılmaktadır. Elektrikli araç bataryaları katotları içinde en yaygın kullanılan materyaller nikel, mangan ve kobalt bileşiği **NMC** (nickel, manganese, cobalt) kabul edilmektedir. Bir diğeri de nikel, kobalt ve alüminyum minerali **NCA** (nickel, cobalt, aluminium) olarak bilinmektedir. Bazı küresel batarya imalatçıları kobalt fiyatları artışları nedeniyle nikel oranı yüksek ve kobalt miktarı ise az olan düşük kobaltlı katotlar (cobalt-lite cathodes) üretmektedir. Örneğin, bu yolla üretilen bataryalarda kullanılan nikel miktarları kobalta kıyasla sekiz kat fazla olmaktadır. Böylece, tek şarj ile çok daha uzun ömürlü batarya üretimi sağlanmaktadır. Ancak, söz konusu bataryaların üretimlerinin zorluğu yanında pillerin patlaması ve yangına sebebiyet vermesi de olasılıklar dahilindedir. Küresel evrimsel inovatif akü dizaynları çerçevesinde akümülatör kobalt nikel miktarları ve oranlarının titizlikle tespit edilmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan, tuhaf biçimde dünya kobalt fiyatları yükselirken küresel nikel fiyatları ise neredeyse sabit kalmaktadır. Ortaya çıkan ortamı Çinliler bile onaylamamaktadır. **McKinsey** Danışmanlık Firması ortaklarından **Oliver Ramsbottom**, bahse konu durumun 2000 – 2012 yılları arasına kadar uzandığını belirtmektedir. Söz konusu yıllarda Endonezya ve Filipinler, düşük maliyetli paslanmaz çelik imalatları için özellikle kalitesiz nikel pik demir üretimi artırma yolunu seçmiştir. Ancak, bahse konu girişim başarısızlık ve fiyasko ile sonuçlanmıştır. Böylece, küresel nikel stokları yükselmesi neticesi global nikel fiyatları tonu 2011'de 29000 dolar iken 2017 yılında ton başına 10000 dolara kadar gerilemiştir. Uzun menzilli, kısa şarj süreli yeni nesil elektrikli otomobiller üretimleri yönünden küresel yüksek kaliteli nikel talebi henüz oluşmamıştır. İnovatif elektrikli ulaşım araçları için 2017 global kaliteli nikel ihtiyacı sadece 35000 ton düzeyinde olmuştur. Dünya toplam nikel üretimi ise 2017 yılında 2.3 milyon ton mertebesinde gerçekleşmiştir. Bununla beraber, **McKinsey** Danışmanlık Şirketi, 2025 yılı evrimsel karbonsuz elektrikli taşıtlar nikel talebi rakamlarının 16 misli artarak yıllık 550000 ton'a ulaşacağını öngörmektedir.

Nikel ve kobalt elementleri küresel yeterli ürün arzı temini çerçevesinde en iyi seçenek aslında her iki metalinde uygun fiyat artışları ile birlikte çıkarılması çok daha kazançlı ve kârlı olması planlamaları rağmen teorik düzeyde kalmaktadır. Pratikte ise küresel nikel ve kobalt fiyatları yükselişleri yenilikçi batarya maliyetlerine yansıtacak ve dolayısıyla dünya karbonsuz elektrikli ulaşım araçları fiyatları da artacaktır. Sonuçta, küresel yeni tuhaf alışılmadık egzotik materyaller (goblin elements) geliştirilmesi sayesinde gelecekte global çevre dostu elektrikli araçlar fiyatları tarifelerinde istikrar sağlanması mümkün görülmektedir.

Küresel aküler, bataryalar ve piller imalatçıları açısından nikel özellikle global elektrikli otomobil akümülatörleri üretimleri sektörlerinde kullanıldığında bilhassa yanıcı özellikleri dikkate alınarak yenilikçi batarya tasarımları yapılması önem taşımaktadır. Aşağıda bir nikel maden ocağı işletmesi üretim bandı resmedilmektedir.



**Kaynak:** The Economist Dergisi

### **Kaynaklar:**

- Yeni Kuşak Radyasyon Teknolojileri Uygulamaları ve Kobalt-60 (Co-60) Gama Işınlama Tesisleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Eser ve Nadir Toprak Elementleri, Rüzgâr Elektrik Santralleri (**RES**), Elektrikli Otomobiller, Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
- 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.
- 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.
- 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.
- Küresel Fosil Yakıtlar Petrol, Doğalgaz, Kömür Tüketimlerinin Önlenmesi, Durdurulması ve Tasfiyesi Hakkında Batı Kamuoylarında Gelişen Eylemler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası 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.
- Geleceğin Kentsel Ulaşım Sektöründe Hızlı, Güvenli, Doğa Dostu, Çevreci ve Yeşil İnovasyona Dayalı Evrimsel Uber Robot Araç Çağırma Ağı Gelişimi, Ahmet Cangüzel Taner, **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.
- 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.
- 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.
- Enerji Piyasası Tekelleşmesi Önlenmesi, Küresel Fosil Yakıtlar ve Nükleer Güç ile **YEK** Menşeli **RES, GES, HES, JES** ve Biyokütle Elektrik Üretim Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2018.
- The Economist Dergisi, (24 Mart 2018 – 30 Mart 2018).

Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Resmi İnternet Sitesi:  
[www.fmo.org.tr/\\_yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/_yayinlar/faydali-bilgiler)