

İçten Yanmalı Motorlar Kökenli Karayolu Vasıtaları Yerine Çevreci Karbonsuz Uzun Menzilli Şarj Edilebilir Bataryalı Yenilikçi Elektrikli Taşıtlar Süreci

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Sanayi devrimi boyunca geleneksel içten yanmalı motorlar özellikle küresel ulaştırma sektörü dalında insanlığın çok önemli icatları arasında sayılmıştır. Ancak, günümüz global ekolojik koşulları, artan kamuoyu iklim değişikliği duyarlılığı, yükselen insan sağlığı ve çevre güvenliği hassasiyeti nedeni ile sürdürülebilir fosil yakıtlı ulaşım araçları kullanımı zor bir duruma doğru ilerlemektedir. Bu bağlamda doğa dostu karbonsuz tek şarj ile uzun yol alan inovatif elektrikli otomobiller ön plana çıkmaktadır. Örneğin, çevreci yenilikçi elektrikli binek arabası menzili şimdilerde 1000 kilometre'ye kadar erişmektedir. Süratle değişime uğrayan küresel ekolojik denge şartlarının önlenmesi yönünde atılacak adımlar arasında sayılan klasik içten yanmalı motorlu taşıtlar sürecinin sona ermesi yakın gelecekte muhtemel görülmektedir. Küresel benzin, mazot ve gaz yakıt yakan taşıt araçları üretimlerinin sınırlandırılması aynı zamanda sürücüsüz inovatif robot elektrikli otomobiller kullanımları neticesi dünya otomotiv endüstrisi ve global ulaşım sektörleri çerçevesinde vuku bulması olası kayda değer gelişmeler bu yazı içeriğinde incelenmektedir.

Aralık 1893 tarihinde **Le Petit Journal** adlı Fransız gazetesinde yayınlanan bir yazıda at gücü ile yer değiştirecek makine gücünün henüz keşfedilmediği konusu dile getirilmiştir. Temmuz 1894 tarihinde at arabalarının bulunmadığı kentler arası **Paris - Rouen Yarışı** düzenlenmiştir. Buharlı, benzinli, elektrikli, basınçlı hava ve hidrolik güçlü taşıt araçları ile yarışmaya katılmak için 102 aday müracaat etmiştir. Yarış mesafesi 126 km (78 mil) olan mücadeleye başvuranların sadece 21'inin adaylık başvurusu nitelikli ve uygun görülmüştür. Halkın yoğun ilgisini çeken yarışmanın birincisi ise açık ara farkla konvansiyonel **içten yanmalı motor** üniteli araç olmuştur. Böylece, o günden itibaren küresel güç sektörü ile global otomotiv sanayi büyük bir değişim ve dönüşüm periyodu yaşamıştır. Ancak, çağımızda ise geleneksel **içten yanmalı motor** (Internal Combustion Engine - **ICE**) menşeli nakliye araçları üretimleri sonlandırılması projeleri planlanmaktadır. **Paris 1894 Araba Yarışı** başlama çizgisi ya da çıkış çizgisi içinde herhangi bir elektrikli yarış otomobili yer almamıştır. Elektrikli yarış arabası bulunmayışı nedeni olarak o günlerde yaklaşık her 30 kilometre'de bir akü dolmuş istasyonları ya da batarya şarj servisleri gerekliliği işaret edilmiştir. Günümüz ileri teknolojileri sayesinde inovasyona dayalı lityum iyon bataryalı elektrikli otomobil performansları ve menzil kapasiteleri çok daha iyi bir konuma taşınmaktadır. Meselâ, tek şarj ile **Chevy Bolt** yenilikçi elektrikli otomobil menzili 383 km ve **Tesla Model S** inovatif elektrikli araba menzili ise 1000 km'ye kadar ulaşmaktadır. **UBS Bank**, yeni nesil elektrikli otomobil toplam maliyeti ile eşdeğeri benzinli araba maliyeti tutarlarının küresel araç üreticileri zarar etmesine rağmen 2018 yılında denk olacağını hesaplamaktadır. Global çevre dostu yeni kuşak elektrikli otomobil satışları oranlarının halen %1 den 2025 yılında %14'e ulaşması beklenmektedir. **Kilowatt-saat** başına elektrikli otomobil batarya maliyeti 2010 yılında 1000 dolar iken verimliliği çok daha yüksek olan yeni nesil elektrikli araç akü maliyetleri 2017 de **kilowatt-saat**'i 130 - 200 dolar aralığına kadar düşmüştür. Temmuz 2017 tarihinde karbonsuz elektrikli araç dönüşüm periyodu planlayan ülkeler arasına giren İngiltere, 2050 yılı itibarıyla karayollarında sıfır emisyonlu yeni kuşak elektrikli otomobiller sürülmesi

zorunluluğu getirmektedir. Fosil yakıtlı ve pistonlardan oluşan motorlu araçlardan şarj edilebilir akülü ve elektrikli taşıtlara değişim periyodu süresinin çok uzun zaman alması öngörülmemektedir. Global otomobil piyasaları kapsamında büyük yankılar uyandıran benzin, dizel ve gaz yakıtlı içten yanmalı üniteli taşıtların ortadan kalkması kuşkusuz küresel araba pazarı üzerinde finansal sarsıntılar ve ekonomik sıkıntılar oluşturacaktır. Ancak, sürdürülebilir insan sağlığı ve çevre güvenliği perspektifleri yönünden dünya düzeyindeki faydalı sonuçları ise kısa sürede gözlenecektir. Geleneksel **içten yanmalı motor** sürecinin çağdaş yaşamı ne boyutlarda şekillendirdiğinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle, milli gelir düzeyi yüksek zengin ülkeler nezdinde artan hidrokarbon yakıtlı motorlu taşıt araçları kullanımına paralel şekilde karayolları ağı yaygınlaşması ile birlikte kent çevrelerine konutlar, alışveriş merkezleri **AVM** ve restoran zincirleri kurulması projeleri için dev yatırımlar yapılmıştır. Amerikalıların yaklaşık %85'i konut ve işyerleri arasında gidip gelme amaçlı kendi özel araçları olanaklarını kullanmaktadır. Ayrıca, ikinci dünya savaşı sonrası Amerika ve diğer ülkelerde konvansiyonel otomobil üretimleri sayesinde ekonomik büyüme hızlanarak orta sınıf insanların yaşam kalitesi de yükselmiştir. Şimdilerde Amerika Birleşik Devletleri karayollarında seyreden takribi 1 milyar otomobilin neredeyse tamamı fosil yakıtlı motorlar ile çalışmaktadır. Amerikan otomobilleri ve ağır vasıta araçları motorları hidrokarbon yakıt tüketimleri, **ABD** baz yük kaynağı fosil yakıt kökenli termik santraller elektrik üretilmesi için harcanan enerji miktarları rakamlarına kıyasla on kat daha yüksek bir düzeyde bulunmaktadır. Bu bağlamda klasik **içten yanmalı motorlar** çağımızın en güçlü enerji sistemleri kabul edilmektedir. Şüphesiz küresel yeni nesil otomobil elektrifikasyon projeleri ile birlikte dünya araba sanayi sektörü ciddi ölçüde bir belirsizliğe doğru da sürüklenmektedir. Bilhassa geleneksel araba imalatları mirası üzerine kurulu Alman otomobil endüstrisi son derece etkilenmektedir. Mevcut klasik taşıt araçları donanımlarına göre yenilikçi elektrikli otomobil parçaları sayısı daha az ve basit olup, sanki tekerlekler üstünde bilgisayar taşıyan akıllı nakliye vasıtalarına benzemektedir. Böylece, inovatif elektrikli araba donanımları montajları kapsamında daha az insan istihdam edilmekte aynı zamanda kısmen düşük sayıda uzman tedarikçiler ve yan sanayi kuruluşları icap etmektedir. Bu bağlamda karbonsuz yenilikçi elektrikli araba üretmeyen klasik otomobil üretim fabrikaları ve tesislerinde çalışan kişiler olası işten çıkarılma kaygısı yaşamaktadır. Zamanla geleneksel binek araçlar bakım ve servis pazarları ekonomik sorunları da ortaya çıkacaktır. Söz konusu gelişmelere paralel olarak konvansiyonel otomobil marketi yedek parça sıkıntıları doğacaktır. Günümüz otomobil üreticileri eski fabrikalardan miras kalan yüksek maliyetler, kabarık ve şişkin iş gücü problemleri ile uğraşırken piyasaya yeni giren inovatif akıllı araba girişimcileri ise ifade edilen sorunlardan muaf olacaktır. Birinci sınıf marka otomotiv imalatçıları yenilikçi araba tasarımları sayesinde çetin koşullara direnmesine karşın düşük kârlı ancak yoğun pazarı olan otomobil üreticileri de özellikle yüksek maliyetler ile mücadele etmek zorunda kalacaktır. Öte yandan, belirli bir süreç zarfında insanların otomobil sahibi olma şeklinin değişime uğraması da beklenmektedir. Yenilikçi elektrikle işleyen arabalar sayesinde otomobil mülkiyetinden ziyade ulaşım talebinin akıllı araç çağırma servisi ve sürücüsüz otonom robotik taşıt teknolojisi kanalıyla karşılanması cazip hale gelecektir. Ekstrem tahminler, inovasyona dayalı otonom robot araç kullanımı gelişmelerinin geleneksel otomotiv sanayi sektöründe neredeyse %90 oranında küçülme ihtimali doğurmasını öngörmektedir. Ayrıca, paylaşımlı sürücüsüz yenilikçi robotik elektrikli otomobiller devreye girmesi ile beraber kent merkezlerinde otomobil park sahaları %24 oranında azaltılacak ve yerine yeni konut alanları açılması sağlanarak aynı zamanda şehir çevresi yerleşimleri yaygınlaşması da

durdurulacaktır. Güvenli ve emniyetli oluşu dikkate alınmaksızın inovatif elektrikli güçle çalışan otonom robot araçlar, insan sağlığı ve doğa dostu perspektifler açısından son derece önemli avantajlar sunmaktadır. Merkezi güç istasyonları kanalıyla dolumu yapılan şarjlı yenilikçi elektrikli otomobiller her biri hidrokarbon yakıt yakan motorlu vasıtalara kıyasla çevresel kriterler yönünden çok daha etkin, verimli ve yararlı olmaktadır. **Amerika Ulusal Tabii Kaynaklar Savunma Konseyi (National Resources Defence Council - NRDC)**, akülü inovatif akıllı elektrikli arabalar karbon emisyonları oranlarının klasik benzinli araç salınımları oranlarına nazaran %54 düzeyinde daha az olduğunu hesaplamaktadır. Böylece, bataryalı yenilikçi elektrikli otomobiller çevre dostu karbonsuz güç santralleri kompleksleri ile beraber küresel ekolojik denge şartlarının korunması bağlamında son derece etken rol oynayacaktır. Şüphesiz, yerel ve bölgesel hava kirlilikleri de ciddi düzeyde azalacaktır. **Birleşmiş Milletler Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization - WHO)**, çok yaygın çevre sağlığı riskleri ve tehlikeleri arasında sayılan global açık hava kirliliği nedeni ile yılda 3.7 milyon kişinin öldüğünü açıklamaktadır. Bir diğer çalışma, Amerika genelinde trafik kazaları sonucu 34000 insan hayatını kaybeder iken sadece klasik otomobil emisyonları sebebiyle ölenlerin sayısının ise 54000 kişi olduğunu bildirmektedir.

Yüzyılı aşkın küresel karayolları hakimiyeti süren fosil yakıt tüketen geleneksel **içten yanmalı motor** ünitesinin yok olması ve güreş sporunda olduğu gibi bir tür tuş oluşu görüntüsü aşağıdaki resimde karikatürize edilerek gösterilmektedir.

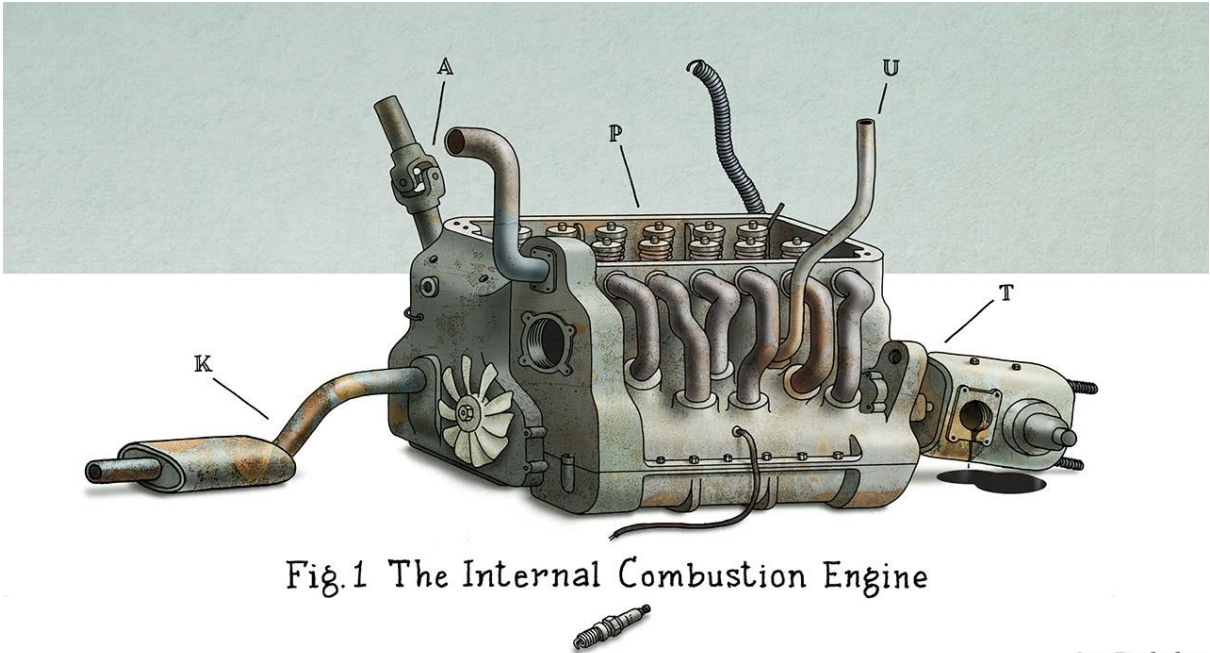


Fig.1 The Internal Combustion Engine

Jon Berkeley

Kaynak: The Economist Dergisi

İnovasyona dayalı karbonsuz elektrikli araçlar gelişim ve yaygınlaşma süreci küresel hidrokarbon kaynakların geleceği konusunu çok yakından ilgilendirmektedir. Amerika karayollarında ham petrol tüketimi halen yaklaşık %70 oranına ulaşmaktadır. Tüketilen Amerikan ham petrolü ulusal rafinelerin yan ürünleri benzin ve dizel yakıtlar halinde kullanılmaktadır. Global ham petrol endüstrisi, maksimum düzeye ulaşacak küresel hidrokarbon ürünler talebi hakkında ikiye bölünmüştür. Örneğin, **Royal Dutch Shell Firması** maksimum fosil yakıt talebine dair on yıldan daha az bir süre olduğunu işaret etmektedir. Gerçekte, tüm olasılıklar küresel hidrokarbon fiyatları üzerine

odaklanmaktadır. Global ham petrol firmaları, dünya hidrokarbon rezervlerinin yeraltında atıl ve yararsız biçimde bekletilmesi önerilerine kesinlikle karşı çıkmaktadır. Ancak, özellikle yeni yüksek maliyetli **Arktik Okyanusu (Kuzey Buz Denizi - Kuzey Kutbu Okyanusu - Arktik Denizi)** hidrokarbon yatakları ve kaynakları yatırım - finansman olanakları yokluğu şimdilik belirlenen hedefler kapsamında ciddi engel oluşturmaktadır. Diğer taraftan, Suudi Arabistan gibi hidrokarbon çıkarılması düşük maliyetli olan aynı zamanda dev ham petrol rezervleri keşfedilen ülkeler, yakın zaman içinde ulusal hidrokarbon üretimi artırılması yönünde baskı altında kalacaktır. Orta Doğu hidrokarbon rezervleri eskisine kıyasla az da olsa önemini sürdürecektir. Küresel doğalgaz pazarı ise elektrikli taşıtlar güç arzı karşılama açısından can alıcı konumunu koruyacaktır. Ayrıca, global ham petrol fiyatları tarifelerinin dengesiz ve kararsız seyir izlemesi neticesi, mali bütçeleri hidrokarbon yatakları gelirleri fasıllarına sıkı sıkıya bağlı olan ülkeler de ekonomik istikrarsızlığa doğru sürüklenecektir. Ham petrol ihracat hacimleri düşen küresel hidrokarbon üreticisi ülkeler, petrol zenginliklerinin kontrolü hakkında uzun zamandır devam eden güç mücadeleleri de kaygı verici bir düzeye erişecektir. Angola ve Nijerya gibi ülkelere çoğu kez uğursuzluk ve kötülük getiren hidrokarbon zenginliklerinin ise ekonomik tröstün dağılması sonucu çok yaygın faydalar sağlaması öngörülmektedir. Öte yandan, inovatif elektrikli araba aküleri temel hammadde lityum metali rezervlerine sahip olma rekabeti de halen sürmektedir. Dünya **lityum karbonat (Li₂CO₃)** fiyatları 2011 yılında tonu 4000 dolar iken günümüzde 14000 dolara kadar yükselmiştir. Ayrıca, inovatif akıllı elektrikli motorlar için gerekli olan global eser ve nadir toprak elementleri arasında sayılan kobalt talebi de artmaktadır. Lityum madeni, yenilikçi elektrikli araçlar güç temini yanında inovasyona dayalı küresel enerji depolama sistemleri kapsamında yer alan dev bataryalar içinde kullanılmaktadır. Global akıllı inovatif güç depolama sistemleri sayesinde elektrik talebinin düşük olduğu süreçler zarfında enerji depolanması gerçekleştirilmekte ve talebin maksimum düzeylere eriştiği periyotlarda ise depolanan elektrik enerjisi şebekeye verilmektedir. Tüm söz konusu gelişmelere paralel şekilde zengin lityum madeni rezervleri sahibi Güney Amerika ülkesi Şili'nin yeni bir Suudi Arabistan olacağı da sorgulanmaktadır. Ancak, yenilikçi elektrikli vasıtalar lityumu doğrudan tüketmemektedir. Elektrikli araçlarda tüketilmiş lityum iyon bataryalar, güç şebekeleri yoluyla doldurularak tekrar kullanılmaktadır. Ayrıca, uluslararası denizcilik ve havacılık taşıma sektörleri içeriğinde fosil yakıtlı klasik **içten yanmalı motorlar** hakimiyeti 20 - 30 yıl kadar daha sürecektir. Ancak, karayollarında karbonsuz elektrikle işleyen motorlar yakın gelecekte düşük maliyetli, temiz, doğa dostu, çevreci ve yeşil bir hizmet sunacaktır. Zengin ülkelerde düşen güç tüketimi, yenilikçi elektrikli araçlar dönüşüm süreci ile birlikte ciddi ölçüde artacaktır. Çoğu ülkede hüküm süren yasal düzenleme boşlukları karşısında milli politika belirleyicileri tarafından yeterli ulusal güç arzı kapasitesi temini önlemleri alınması gerekli görülmektedir. Akü dolun tesisleri ya da batarya şarj istasyonları kurulması, batarya ünitelerinin yeniden kazanılması, nadir toprak elementleri ve komponentlerinin sağlanması çerçevesinde yeni ulusal yönetmelikler ve standartlar saptanması icap etmektedir. Ayrıca, karayolu ulaşım dönüşüm süreci zarfında olası iş gücü kayıplarının giderilmesi bağlamında adımların atılması zorunluluğu da ortaya çıkmaktadır. Sonuçta, hükümranlığı 20. yüzyıl boyunca devam eden klasik **içten yanmalı motor** güçlü araçlara benzer şekilde inovasyona dayalı sürücüsüz otonom bilgisayarlı robot elektrikli arabalar da 21. yüzyıl süresi sırasında teknolojiye derin, ileri ve beklenmedik olası yenilikçi hamleler gerçekleştirecektir Bununla beraber kasisli ve riskli olacak yollarda emniyet kemerlerinin bağlı tutulması da kesinlikle önem taşımaktadır.

Yirminci yüzyılın başlarında üretilen Ford marka bataryalı klasik araba aşağıdaki fotoğrafta görüntülenmektedir.



Kaynak: The Henry Ford

Kaynaklar:

- 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.
- 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.
 - 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.
 - The Economist Dergisi, (12 Ağustos 2017 – 18 Ağustos 2017).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi

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