

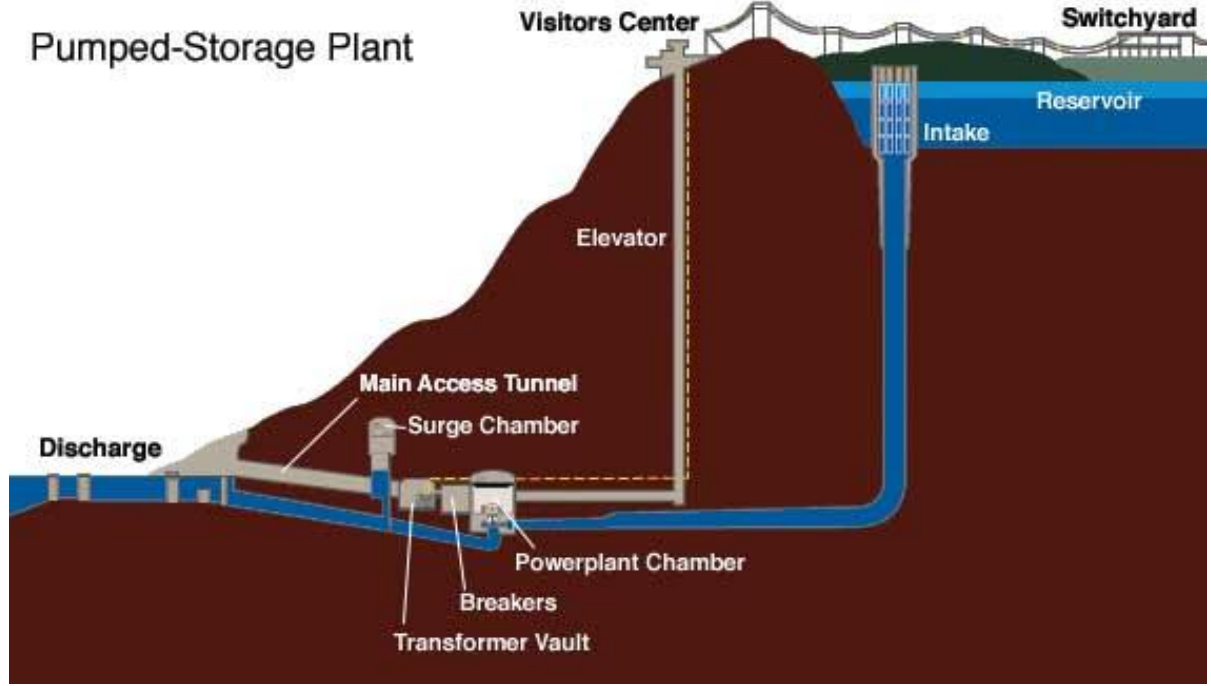
Klasik Pompaj Elektrik Stoklama Sistemleri Çerçevesinde İnovatif Sualtı Elektrik Enerjisi Depolama (Energy Storage) Teknolojisi Projeleri Geliştirilmesi

Ahmet Cangüzel Taner
Fizik Yüksek Mühendisi
Fizik Mühendisleri Odası (canguzel.taner@gmail.com)

Küresel enerji arz güvenliği sorunları aşılması ve sürdürülebilir insan uygarlığı temini yönünde gelecekteki global güç üretim profili kapsamında özellikle doğa dostu karbonsuz yenilenebilir enerji kaynakları YEK kökenli güneş enerjisi santralleri GES ve rüzgar enerjisi santralleri RES kompleksleri elektrik üretimlerinin önemli bir yer tutması beklenmektedir. Ancak, çevreci düşük karbon teknolojileri küresel temiz enerji kaynakları YEK tabanlı GES ve RES tesisleri üniteleri yaygınlaştırılması bağlamında ek enerji depolama (**energy storage**) sistemleri geliştirilmesi ise kesinlikle zorunluluk arz etmektedir. Basıncılı hava depolama (**Compressed Air Energy Storage - CAES**), pnömatik lokomotif (**fireless locomotive**), volan ile enerji depolama (**Flywheel Energy Storage - FES**), gravitasyonel potansiyel enerji düzeneği (**gravitational potential energy device**), hidrolik akümülatör (**hydraulic accumulator**), sıvı azot (**liquid nitrogen**) ve pompaj depolamalı hidroelektrik santrali PHEs (**pumped-storage hydroelectricity**) sistemleri, gerçekte geleneksel mekanik enerji stoklama kompleksleri içeriğinde sayılmaktadır. Bu yazıda yenilikçi sualtı basınçlı hava elektrik enerjisi stoklama (**store electrical energy**) üniteleri araştırma geliştirme Ar-Ge faaliyetleri ve inovasyona dayalı yedek güç üretimi pilot tesisleri kurulması çalışmalarını incelenmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları YEK (**renewable energy**) menşeli rüzgar çiftlikleri ve rüzgar parkları ile solar enerji tesisleri tarafından sağlanan en büyük avantaj, üretilen elektrik maliyeti kapsamında yakıt giderlerinin sıfır düzeyde olmasından ileri gelmektedir. YEK kökenli RES ve GES kompleksleri dezavantajı olarak ise yakıtın neredeyse dakika mertebesinde değişimi, kararsızlığı, düzensizliği ve dengesizliği gösterilmektedir. Söz konusu doğa dostu karbonsuz güç üniteleri kapsamında yakıtları ise rüzgarlar, güneş ışınları ve güneş radyasyonları temsil etmektedir. Tabiat şartlarına bağımlı olan rüzgarın esmediği ve güneşin yüzünün görülmediği süreçler zarfında RES ve GES sistemleri kapasite kullanımları ve verimlilikleri ile birlikte güç üretimleri de yakıt maliyetleri gibi sınırlanmaktadır. Küresel YEK elektrik üretimi tesisleri katkısının artırılması için sistemlerin çok daha düşük maliyetli ve güvenilir düzeylere ulaştırılması gerekmektedir. Aynı zamanda YEK tesislerinin sürdürülebilir, düzgün ve verimli güç üretimi üniteleri haline dönüştürülmeleri de icap etmektedir. Bu bağlamda enerjinin fazla olduğu periyotlarda elektrik enerjisinin depolanması (**store electrical energy**) ve enerjinin kıt olduğu süreçlerde ise stoklanan elektriğin şebekelerde kullanılması sağlanmalıdır. Elektrik üretiminin ne kadar olduğunu dikkate almaksızın şimdilik en iyi yolun üretilen fazla gücün depolanması kabul edilmektedir. Buna örnek olarak günümüzde konvansiyonel **pompaj depolama (pumped storage)** yöntemi gösterilmektedir. Pompaj depolama teknolojisi uygulanması için farklı yüksekliklerde iki rezervuar bulunmalıdır. Rezervuarlar, tüneller ile bağlanmakta ve pompalar vasıtasıyla yüksekliklere çıkarılan su yeniden akıtılarak elektrik türbinleri sayesinde güç üretimi gerçekleştirilmektedir. Karbonsuz geleneksel pompa depolamalı hidroelektrik santrali PHEs elektrik üretimi maliyeti düşük olmakla beraber uygun bir coğrafi bölge seçimi ilk koşullar arasında sayılmaktadır.

Raccoon Dağı klasik **Pompa Depolamalı Güç Tesisi (Raccoon Mountain Pumped-Storage Plant)** elektrik üretimi şeması ve tesis görünümünü aşağıda resmedilmektedir. Tesis **Birleşik Devletler (United States) Chattanooga Tennessee, TN** batısında yer almakta ve **Tennessee Valley Authority - TVA** tarafından işletilmektedir.



Kaynak: [National Hydropower Association – NHA](#)



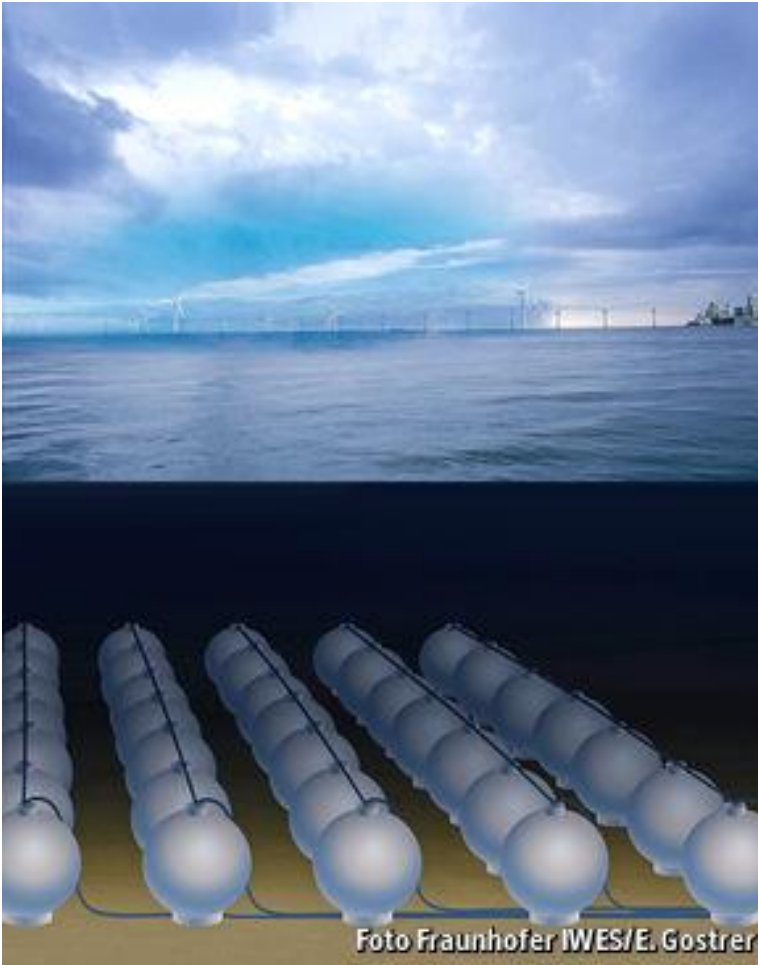
Kaynak: [Wikipedia](#)

Öte yandan, coğrafi şartlar gerektiren iki rezervuarlı model biçiminde geliştirilen sıvıları pompalama yoluyla güç üretimi çalışmalarına paralel alternatif yöntemler ve yatırım projeleri halen araştırılmaktadır. Alternatif elektrik üretimi projelerinden biri 2015 yılından beri yürütülmekte diğer proje ise test aşamasında bulunmaktadır. Yaklaşık bir yıldan beri yürütülen yedek **sualtı sıkıştırılmış hava enerji depolama (Underwater Compressed Air Energy Storage – CAES)** projesi, Kanada (**Canada Toronto**) kenti **Ontario Gölü (Lake Ontario)** açıkları dibinde kurulmuştur. Ham petrol endüstrisi dalında çalıştıktan sonra çevre dostu karbonsuz **YEK** tabanlı **RES** ve **GES** üniteleri sürekli güç üretimi için teknoloji geliştiren **Cameron Lewis**'in kurduğu **Hydrostor Firması**, söz konusu **sualtı CAES Tesisi**'ni tasarlamış ve inşa etmiştir. Sualtı pnömatik enerji depolama **CAES** tesisi, yerel **Toronto Hydro** elektrik üretim ve dağıtım idaresi tarafından işletilmektedir. Tesisin çalışma sıvısı su yerine hava ile sağlanmaktadır. Karada sıkıştırılmış hava, yüzeyden göl yatağının 55 metre altındaki bir istasyona 2.5 kilometre uzunluğunda olan borular kanalıyla pompalanmaktadır. Böylece, normal atmosferik basıncın yukarısında beş atmosferlik bir basınçlı hava oluşturulmaktadır. Söz konusu yerlere sualtı balonları yardımıyla basılan hava, 6 adet halinde dizili göl dibinde bulunan tescilli uygun materyallerden imal edilmiş akümülatör işlevi gören küresel yapılar içerisinde depolanmaktadır. Tesiste yer alan her bir akümülatör kapasitesi 100 metreküp düzeyinde olup, sıkıştırılan hava tarafından ısıtılmakta ve bu şekilde ısıtılan hava ise daha sonraki kullanım için stoklanmaktadır. Isıtma işlemi yüksek ısı kapasiteli bir materyal ve maddenin eritilmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir. Söz konusu materyal ticari gizlilik kapsamında olmakla beraber mevcut ısı depolama aygıtları ve düzenekleri içeriğinde genellikle parafin mumu kullanılmaktadır. Basınçlı gaz halinde depolanan enerjiden elektrik üretimi süreci geldiği zaman işlem basitçe tersine çalışmaktadır. Borulara bırakılan hava kıyıdaki tesise doğru yol almakta, genişerek normal basınca dönüşerek bir elektrik türbini sistemini harekete geçirmektedir. Sıkıştırılan hava tıpkı ısıtıldığı gibi genişirken de soğumaktadır. Ancak, makinenin donmasının önlenmesi bağlamında sisteme giren sıkıştırılmış hava, öncelikle orjinal basınç altında depolanan ve stoklanan sıcaklık kullanılarak ısıtılmaktadır. **Hydrostor Şirketi, Ontario** tesisine giren elektriğin %60 - %70 oranlarında yeniden kazanıldığını böylece takribi 400kw'lık yedek güç üretimi sağlandığını açıklamaktadır. Amerikan Mühendislik Firması **AECOM** ile birlikte **Ontario** Eyaleti **Goderich** kentinde bulunan **Huron Gölü (Lake Huron)** kıyılarında yedek 1.75 MW'lık tesis kurulması planları hazırlandığı duyurulmaktadır. Ayrıca, **Karayip Denizi (Caribbean Sea)** güneyinde bulunan **Aruba**'nın elektrik tedarikçisi olan **WEB Aruba Şirketi** ve **Hydrostor Firması**, rüzgar çiftlikleri **RES** bağlantılı tesis inşaatı için bir anlaşma da imzalamıştır.

Diğer taraftan, 11 Kasım 2016 tarihinde çalışmaya başlayan bir başka teknoloji, denizde enerji depolama ünitesi (**StEnSea – Storing Energy at Sea**) adıyla anılmaktadır. Deniz Enerji Depolama Kompleksi, Almanya **Kassel** kentinde konuşlu **Fraunhofer Rüzgar Enerjisi ve Enerji Sistemi Teknolojisi Enstitüsü (Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology)** tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu teknoloji içeriğinde sistemin çalıştırılma sıvısı olarak su kullanılmaktadır. Sistem **Hydrostor** tasarımına benzemekte ve oluşturulan basınç yükü su altında bulunan depolama kapları içerisinde stoklanmaktadır. Ancak, **Constance Gölü (Lake Constance)**'nün 100 metre derinlikte kurulu inovasyona dayalı düzeneği sayesinde sisteme 10 atmosferlik fazla bir basınç sağlanmaktadır. Öte yandan, Kanada menşeli **Hydrostor** sistemi tasarımından farklı şekilde Alman kökenli **StEnSea** dizaynı, 12 metreküp hacime sahip betondan ibaret katı basınç

kapları kullanmaktadır. Böylece, bahse konu derinlikte her bir betonarme kap 3 **kilowatt-saat (kWh)**'lik düzeyde yedek enerji depolama kapasitesi temin etmektedir. Sistem şarj edildiği sırada kaplardaki su göl çevresine pompalanmaktadır. Elektrik üretimi olduğu süreçte yol boyunca türbinleri döndüren suyun geri gelmesi sağlanmaktadır. **Hydrostor** sistemine kıyasla **StEnSea** tasarımında kara parçasını depolama kaplarına bağlayan boru tesisatları olmaması bir avantaj sayılmaktadır. Bununla beraber üretilen elektrik enerjisini taşımak için kablolar gerekmektedir. **StEnSea** dizaynında tüm makine ve donanımlarının su altına monte edilmesi nedeniyle denetim ve servis zorlukları çekilmesi ise söz konusu sistemin bir dezavantajı kabul edilmektedir.

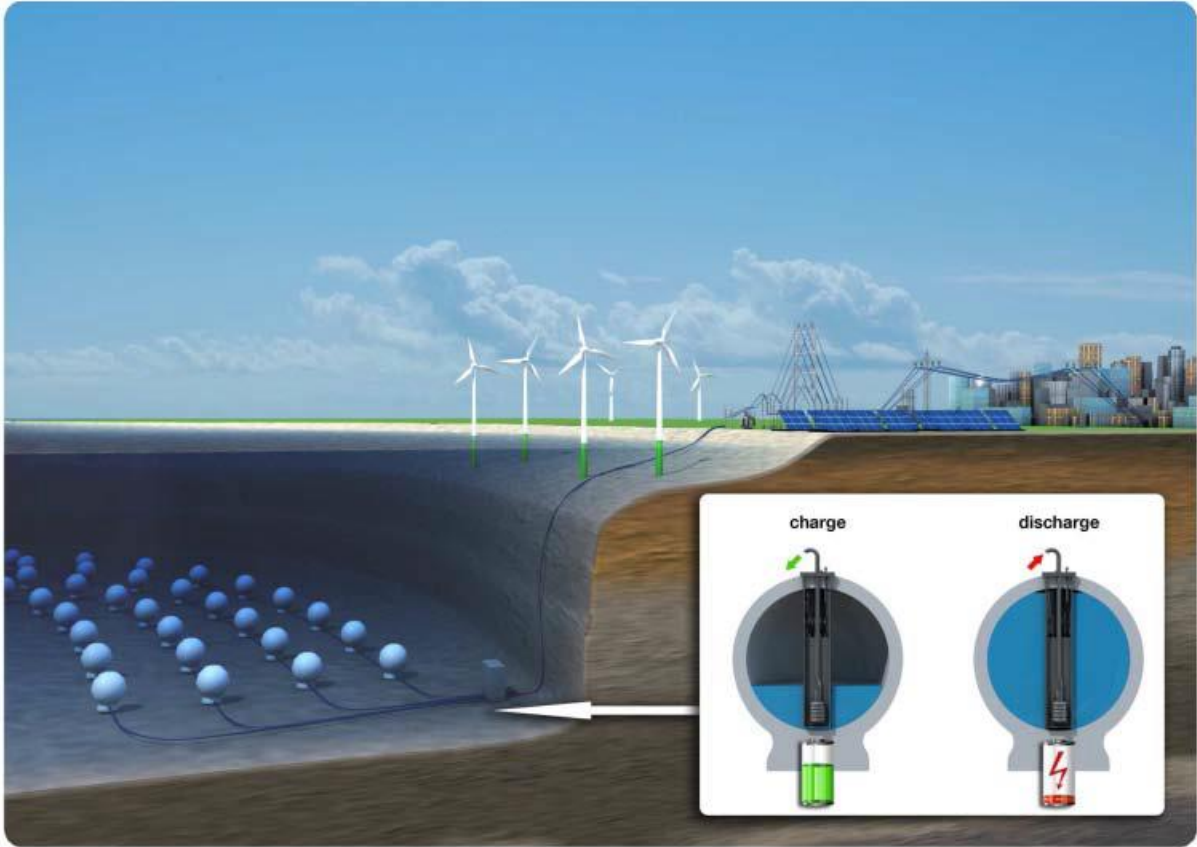
Constance Gölü (Lake Constance)'nün altında kurulu ve ateş küreleri adlandırılan yapı aşağıda şematik olarak görüntülenmektedir.



Kaynak: [The Economist](#) Dergisi

Constance Gölü (Lake Constance) StEnSea Kompleksi bir pilot tesis niteliğinde işletilmektedir. Deneme çalışmaları başarılı olduğu takdirde projenin denizde ticari bir versiyonu kurulması planlanmaktadır. Proje Lideri **Jochen Bard**, projenin uygulanması yönünde 600 metre derinliğe kadar uzanan Norveç kıyı bölgesi ile yakından ilgilenmektedir. Mevzu bahis derinlik sayesinde küreler, pilot tesisinin hacmine kıyasla 1000 kat daha fazla verimli bir konuma gelecektir. Sistemde küre başına 20 **megawatt-saat (MWh)** enerji depolanacak ve 5 **MW** elektrik üretimi sağlanacaktır. Söz konusu inovatif yedek **sualtı basınçlı hava enerji depolama**

(**Underwater Compressed Air Energy Storage – CAES**) projeleri yatırımlarının konvansiyonel **pompa depolamalı hidroelektrik santrali PHEs (pumped-storage hydroelectricity)** sistemleri yatırımları rekabeti ve mücadelesinin nasıl sonuçlanacağı merak uyandırmaktadır. Örneğin, **İskoçya (Scotland)** geleneksel **Cruachan Pompaj Depolamalı Tesisi (Cruachan Power Station)** 7 **gigawatt-saat (GWh)**'lik bir kapasiteye sahiptir. **StEnSea** Tesisi tasarımının **Cruachan** kompleksi güç üretimi kapasitesine ulaşması için Norveç kıyılarına 350 küre monte edilmesi gerekmektedir. Sonuçta, **yenilenebilir enerji kaynakları YEK** tabanlı **rüzgar enerjisi santralleri RES** ve **güneş enerjisi santralleri GES** üniteleri güç üretimleri gereksinimleri doğrultusunda yedek küçük ve ekstra enerji üniteleri ilave edilmek suretiyle **StEnSea** ve **Hydrostor** sistemleri, **Cruachan** ve benzeri elektrik üretimi tesislerine kıyasla avantajlı bir konuma gelmektedir. Aşağıda **StEnSea** Tesisi projesi tasarımında kara parçası ile sadece kablo bağlantısı olan güç kompleksi kürelerinin yüklenmesi ve boşalması diyagramı resmedilmektedir.



Kaynak: Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology

Yedek **Hydrostor** tasarımı projesi çalışma prensibi de aşağıda belirtilen internet linki kanalıyla görüntülü biçimde izlenmektedir.

[How the Hydrostor System Works \(2013\) - YouTube](#)

Kaynaklar:

- Çin ve Hindistan'ın Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve Değişikliği Faili Sera Gazı Emisyonları ile ilgili Muhtemel Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Küresel Karbon Salımları ve Küresel Karbon Ticareti, Ahmet Cangüzel Taner,

- Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Küresel Ekonomik Kriz, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
 - Çevre Dostu Temiz Enerji Kaynakları Teknolojileri Projeksiyonları ve Küresel Çevreci Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yatırımları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri ve Fotovoltaik Güç Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Yeni Nesil Termoelektrik Güneş Enerjisi Elektrik Santralleri, Ahmet Cangüzel Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011
 - Uzay Güneş Enerjisi Santralleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - 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.
 - Almanya Enerji Devrimi ve Enerji Dönüşümü **Energiewende** Politikaları, Fosil Yakıtlı ve Nükleer Enerji Tabanlı Ekonomi Sistemi Portföyünden Yenilenebilir Enerji Kaynakları Temelli Ekonomi Sistemi Portföyüne Transformasyon, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
 - Avrupa Birliği (AB) Emisyon Ticareti Sistemi (EU ETS) AB İklim Politikası ve Global Karbon Ticareti Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
 - ABD Enerji Politikaları Değişimi Sürecinde Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Sorunları ile ilgili Yeşil, Doğa Dostu ve Çevreci Son Gelişmeler, 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.
 - Dünya İş 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.
 - 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.
 - 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.
 - Polonya Farklı Enerji Transformasyon (**Energiewende**) Politikası, Kömür Yakıt Kaynaklı Elektrik Üretimlerinden Nükleer, **YEK** ve Gaz Üretimlerine Dönüşüm, 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.
 - Global Karbondioksit Emisyonları Limitlenmesi, Kontrol ve Denetim Altına Alınması için Dünya İklim Değişiklikleri Eylem Planları ve Küresel Projeler, Ahmet Cangüzel Taner, 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** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.

-İngiltere Karbon Yakalama ve Hapsetme (**CCS**) Teknolojileri Uygulamaları ile Karbondioksit Emisyonlarının Yeraltında Depolanması Projeleri, Ahmet Cangüzel Taner, **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, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.

-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.

-Kyoto Protokolü Sonrası Olası **BM** 2015 Paris İklim Anlaşması Dünya Karbondioksit Emisyonları Artışları ve Yok Edilmesi Teknolojileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** 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** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.

-Hollanda Güç Üretimi Profili İçeriğinde Doğa Dostu **Rüzgâr Enerjisi Santralleri (RES)** Elektrik Üniteleri, Parkları ve Çiftlikleri Kurulmasına Dair Halkın Tepkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası 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.

-**ABD** Düşük Karbon Teknolojileri Geçiş Süreci Zarfında Birleşik Devletler Çevre Korunma Ajansı **US EPA** Yeni Temiz Hava Yasal Düzenlemeleri Uygulamaları, 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.

-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.

-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.

-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.

-Çin Elektrik Üretim Portföyü İçinde Doğa Dostu ve Çevreci Yenilenebilir Enerji Kaynakları **YEK** Menşeli Rüzgâr Türbinleri Güç Üretimleri Problemleri Çözümü, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** 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.
- 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.
 - Dizel Motorlar ile Çalışan Klasik Soğutucular için Doğa Dostu İnovatif Yeni Nesil Sıvı Azot-Nitrojen Makineleri **Araştırma Geliştirme ARGE** Faaliyetleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2015.
 - İnovatif Teknolojiler Eşliğinde Gelişen Küresel **YEK** Kökenli **Güneş Enerjisi Santralleri GES** Firmaları Ekonomik Çıkmazları ve Finansal İflasları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** 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, **FMO** 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.
 - YEK** Kökenli **GES** ve **RES** Kompleksleri Enerji Depolama (**Store Electrical Energy**) Sistemleri İçin Efsanevi Kral Sisifos (**Sisyphus**) Tren Düzeneği, 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.
 - 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.
 - Almanya Nükleer Filyon ve Fosil Yakıtlı Güç Santralleri Yerine **YEK** Kökenli Elektrik Üniteleri Kurulması **Energiewende** Dönüşüm Süreci Çatlağı, 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** 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, **Fizik Mühendisleri Odası** 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.
 - 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.
 - The Economist** Dergisi, (05 Kasım 2016 – 11 Kasım 2016).

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

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