

Kuzey Buz Denizi Buzullarının Kaybolması Sonucu Global Ekolojik Dengenin Bozulması ve Arktik Okyanusu Zengin Hidrokarbon Kaynakları Paylaşımı

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

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

Arktik Denizi (Kuzey Buz Okyanusu) buzullarının ortadan silinmesi neticesi küresel sürdürülebilir ekolojik denge koşullarının değişimi büyük bir olasılıkla yaygın hale gelecektir. Global ekolojik denge sistemi şartlarının bozulması da Kuzey Kutup Bölgesi biyoçeşitliliği azalması üzerinde etken bir rol oynayacaktır. Öte yandan, mevcut statüde dünya sera gazı emisyonlarının limitlenmesi yoluyla küresel sıcaklık artışı rakamlarının 2°C santigrat ile sınırlandırılması çabaları zaten daha şimdiden bilim insanları tarafından tartışılır bir konuma gelmiştir. Böylece, Aralık 2015 Birleşmiş Milletler BM Paris İklim Anlaşması hükümleri gereği sanayi devrimi süresi boyunca günümüze kadar global ortalama sıcaklık artışları rakamlarının 2°C santigratın altında tutulması stratejisi de suya düşecektir. Ayrıca, Arktik Okyanusu buzullarının tamamen yok olması sonucu ortaya çıkacak Kuzey Kutbu yöresi zengin doğalgaz yatakları ve ham petrol rezervleri paylaşımı bağlamında Amerika Birleşik Devletleri, Rusya Federasyonu, Finlandiya, Danimarka, İsveç, Norveç, İzlanda, Grönland (Greenland) arasındaki uluslararası politik çekişmeler de hızlanacaktır. Kuzey Kutbu Arktik Bölgesi buzullarının erimesi ile birlikte küresel ısınma ve global iklim değişiklikleri mekanizmaları sorunlarının durdurulması zorlukları bu yazı içeriğinde araştırılmaktadır.

Dev buz dağı tepeciği görüntüsünün hakim olduğu Snowhotel adlı otelin kapısı üzerinde “küresel ısınma nedeniyle lütfen kapıyı kapatınız” uyarı işareti dikkat çekmektedir. Snowhotel, Arktik yöresi Norveç ve Rusya Federasyonu sınırında bulunan **Kirkenes** kenti yakınında yer almaktadır. Gerçekte, otel sahipleri tarafından duvarları süsleyen yöreye ait donmuş ren geyikleri, kelebekler ve tek boynuzlu at figürlerinin korunması amaçlanmaktadır. Otelin 25 adet buzlu odasının tavanına yapılan yarı şeffaf eklemeler ise dışarıdaki havanın ısındığına dair fikir vermektedir. Yapay kar ve suni karlama yöntemi ile otel binasının orjinal hali muhafaza edilmektedir. Bir otel yetkisi 2016 yılı kış mevsimi süresinin kısa geçtiğini ve soğuk havaların eski yıllara kıyasla geç geldiğini vurgulamaktadır. Yine Snowhotel yetkilileri bölgede ölü sezon ya da sezon dışı periyodun daha uzun sürmesini belirtmeleri de **Arktik** yöresinde meydana gelen fevkalade değişimin küçük bir işareti sayılmaktadır. **Kuzey Kutbu** ve çevresi dünyanın diğer yerlerine nazaran çok daha hızlı dönüşüm süreci yaşamaktadır. Aslında **Arktik Bölgesi** çerçevesinde arta kalan kar ve buzla kaplı yörenin kurtarılması yönünde yeterli bir çalışma yapılmamaktadır. Atmosferde biriken global karbon emisyonları ve küresel karbondioksit salınımları ile birlikte ortaya çıkan gezegenin iklimsel değişimleri sayesinde **Kuzey Kutbu** buzullarının erimesi ve parçalanması olayları kaçınılmaz biçimde körüklenmektedir. Küresel ısınmanın kontrol ve denetim altına alınması bağlamında uluslararası gayretler de filizlenen olayların sadece felaket düzeylerinin azaltılması yönünde ancak bir nebze katkı sağlaması beklenmektedir. **Arktik Kar, Su, Buz, Donmuş Toprak Permafrost (Snow Water Ice Permafrost in the Arctic – SWIPA)** adlı **Bilimsel Politika Kulübü** tarafından yayımlanan son ilmi raporun ışığı altından Kulüp Genel Sekreteri **Lars-Otto Reiersen**, Aralık 2015 **BM Paris İklim Mutabakatı** hükümleri uygulamalarının günümüz **Kuzey Kutbu** ısınması sorunlarının çözümü ve ekolojik faciaların

önlenmesi çerçevesinde kesinlikle yeterli olmayacağını ileri sürmektedir. **Bilimsel Politika Kulübü SWIPA, Arktik Konseyi (Arctic Council)** himayesinde kurulmuştur. **Arktik Konseyi** daimi üyeleri Kanada, Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç, Rusya Federasyonu, İsveç ve **ABD** olmak üzere sekiz ülkeden ibarettir. **Kuzey Kutup Dairesi (Arctic Circle)** kapsamında Çin ve Hindistan gözlemci üye statüsündedir.

Geçen üç yüz yıl zarfında küresel karbondioksit konsantrasyonları milyonda parçacık sayısı (**parts per million – ppm**) olarak 280 **ppm** 'den şimdilerde ise atmosferdeki global karbondioksit miktarı milyon başına partikül sayısı olarak 400 **ppm** düzeyine kadar yükselmiştir. Sanayi devrimi öncesi yıllara kıyasla dünya ortalama sıcaklık artışı da neredeyse 1°C santigrat mertebesine ulaşmıştır. Aralık 2015 **BM Paris İklim Sözleşmesi** maddeleri uyarınca küresel sıcaklık artışları rakamlarının 2 °C ile kısıtlanması, kontrol ve denetim altına alınması 190 civarında ülke tarafından taahhüt edilmiştir. Ancak, tüm ülkelerin ulusal sera gazı emisyonları taahhütlerine sadık kalması koşulu altında günümüz küresel fosil yakıtlar bağımlılığı göz önüne alındığı takdirde sanayi devrimi öncesi senelere nazaran global sıcaklık artışları rakamlarının 3 °C santigrata kadar erişmesi tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, mavi gezegenin bazı kesimlerinde farklı sıcaklık artışları gözlenmektedir. **Uluslararası Paris İklim Mutabakatı** hükümlerinin harfiyen uygulanması durumunda bile **Arktik Bölgesi Kuzey Buz Okyanusu** kış ayları havalarının 1986 - 2005 yılları ortalamasına göre 5 °C ve 9 °C arasında daha sıcak geçmesi beklenmektedir. Aslında **Kuzey Kutup Yöresi** buzullarının erimesi umulandan hızlı biçimde gerçekleşmektedir. Son 30 yılda **Arktik** deniz buzulları sahasının yarısından fazlası erimiştir. Ayrıca, **Kuzey Buz Denizi** buzullarının hacmi de dörtte üç oranında hızlı şekilde düşüş göstermektedir. **SWIPA**, 2040 yılına kadar **Arktik Bölgesi** yaz deniz buzullarının tamamen yok olması ve haritadan silinmesini beklemektedir. Bilim insanları önceki varsayımı bağlamında **Kuzey Buz Okyanusu** yaz deniz buzullarının kaybolması zamanı olarak 2070 yılı belirlenmişti. Merkezi **Arktik Okyanusu** buz kalınlığı da 1975 ve 2012 yılları arasında %65 oranında azalmıştır. Kuzey Kutbu deniz buzullarının rekor düzeyde azalması ise Mart 2017 tarihinde kaydedilmiştir.

Gerçekte en kaygılandırıcı iklimsel değişimler ve dönüşümler **Grönland (Greenland)** bölgesinde yaşanmaktadır. **Grönland** yöresinde 2011 ve 2014 seneleri aralığında yılda 375 milyar ton buzul kaybı olmuştur. Söz konusu **Greenland** buz kaybı, 2003 ve 2008 yılları bandına kıyasla iki misli daha hızlı gerçekleşmiştir. Ortaya çıkan **Grönland** buzul kütleleri yok olması her iki tarafa doğru 1 km uzunluğunda olan 400 adet dev buzdağı kitlesine eşdeğer gelmektedir. Buzul kütleleri dinamikleri ve mekanizmaları henüz iyi anlaşılmasa da nedeni ile zayıf ve fire veren buz miktarları da endişe uyandırmaktadır. Buz kütlelerinin içinde aynı zamanda çevresinde ve altında yapılan çalışmalar neticesi daha fazla küresel ısınma karşısında çok soğuk buzul kütleleri hareketleri ve davranışları olaylarının açığa kavuşturulması beklenmektedir. Ayrıca, global deniz seviyeleri artışı sorunları karmaşıklığı da çözülecektir. **Kuzey Kutup Bölgesi**, dünyanın diğer yörelerine kıyasla iki kat daha süratli biçimde ısınmaktadır. **Arktik** yöresinin hızlı şekilde ısınmasının sebebi olarak geri **besleme dönüşümleri ve çevrimleri** gösterilmektedir. **Geri besleme çevrimleri** ile ilintili olan ve yerkürenin ısıyı yansıtma niteliği taşıyan **albedo etkisi** azalmaktadır. **Kuzey Kutbu Yöresi**, dünyanın geri kalan bölgelerine kıyasla uzaya daha fazla ısı yansıtmak suretiyle yeryüzünün soğutulması işlevini görmektedir. Yöredeki ısının yeryüzünden uzaya geri

gönderilmesi de beyaz renkli buz ve kar kütlelerinin güneş ışınları ve güneş radyasyonları demetlerini yansıtması özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kar ve buz kütleleri koyu renkli su ve toprak kütleleri ile yer değiştirmesi durumunda bölgede daha fazla ısı tutulmaktadır. Böylece, **Arktik Bölgesi** buzullarının erimesi ve parçalanıp yok olması da sürüp gitmektedir. Önümüzdeki yıllarda denizlerde **Arktik** buzulları sayısı artacaktır. 1985 yılında buzulların %45'i daha eski ve kalın iken 2016 yılında ise buzullar incelmış ve miktarları da yarı yarıya azalmıştır. Eriyen ve parçalanan buzullar çok geniş bir alana yayılmakta ve soğuk havalarda yeniden donmaktadır. Eski buzul kütlelerinin eriyen yüzeyleri destere dişli bir görünüme dönüşmektedir. Kaybolan buz kütleleri ısının bir kısmını yansıtan dik tepeler arasında büyük havuzlar oluşturmaktadır. Yeniden oluşan buzul kütleleri ise eriyen suyun cam gibi olan buz yüzeyi boyunca düzgün yayılmasını sağlamaktadır. Böylece, buzulların güneş radyasyonları ve güneş ışınları öğelerini yansıtma özelliği de giderek kaybolmaktadır.

Ön cephede yok olmak üzere olan buzul kütlesi, arka cephede de dik yamaçları olan sivri uçlu buzul dağı aşağıdaki resimde görüntülenmektedir.



Kaynak: The Economist Dergisi

Öte yandan, **Arktik Bölgesi** ısınma süreci içinde kara parçaları ortaya çıkmakta ve eskiden donmuş olan topraklar **permafrost** erimekte aynı zamanda atmosfere sera gazları salınmaktadır. **Kuzey Kutbu** donuk **permafrost tabakası** içinde bulunan ölü bitkiler ve hayvanlar dünyada depolanan karbonun yaklaşık yarısını bünyesinde tutmaktadır. Donmuş kara parçaları **permafrost** erirken çürümüş haldeki organik maddeler çevreye karbondioksit emisyonları, metan gazı salınımları ve diğer sera gazı salımları yapmaktadır. Böylece, mavi gezegen sera gazı emisyonları ile birlikte çok daha fazla yalıtılmış, izole edilmiş ve tecrit olmuş konuma düşmektedir. Donmamış haldeki tundra bitki örtüsü de yangın tehlikesi oluşturan kuru ve çabuk tutuşacak duruma gelmektedir. Ayrıca, **Kuzey Kutup** bölgesinin buzlu ve karlı sürecinin kısılması da bölgede yangın tehlikesi periyodunun uzamasına neden olacaktır. Örneğin, Alaska ve Amerika'nın bir bölümünde ortalama yangın mevsimi

uzunluğu 1970'li yıllarda 50 gün iken günümüzde 125 güne kadar uzamıştır. Çevrenin değişim ve dönüşüm süreci, aynı zamanda **Arktik Bölgesi** canlıları üzerinde etkin rol oynamaktadır. **Arktik** suları donuk durumdan giderek yaşam dolu bir hale dönüşmektedir. Kış mevsimi sonunda buzul tabakaları kıyıları ve kenarları özellikle buz yosunları ve bitkisel planktonlar gibi çok sayıda deniz canlıları türleri için yaşama elverişli bir ortama ulaşmaktadır. Ancak, buzulların azalması da karides ve plankton türü deniz canlılarının üreme zamanlamaları arasında uygunsuz bir süreç yaşanması olasılığını doğurmaktadır. Örneğin, suların ısınması ile birlikte larvalar yumurtadan daha erken çıkmaktadır. Bu bağlamda çok küçük kabuklu deniz hayvanları popülasyonun zarar görmesi ihtimali de belirmektedir. Böylece, beslenmelerinde yağ kaynağı gerekli olan morina balıkları, fok balıkları ve beyaz kutup ayıları gıda zinciri son derece olumsuz yönde etkilenecektir. Aynı zamanda **Kuzey Kutup Bölgesi** beslenme zinciri kapsamında yeni gıda kaynakları da meydana gelmektedir. Meselâ, güney sularında yaşayan hayvansal plankton sınıfından zooplankton, okyanusun ısınması ile beraber on yılda 200 km hızla kuzeye doğru hareket etmektedir. Böylece, büyük balıklar da beslenmelerini temin etmek üzere kuzey bölgelere yol almaktadır. **Arktik Denizi** çevresinde filizlenen yeni balık çeşitleri akını balıkçılıkla geçinen, sıkıntılı ve güç yaşam koşulları içinde olan yöre halkını umutlandırmasına karşın ortaya çıkan durumun sürdürülebilir olup olmayacağı belirsizliğini halen korumaktadır. Örneğin, bölgeye gelen yeni balık türleri vasıtasıyla buz tabakaları kıyılarındaki yiyeceklere bağlı yaşamlarını sürdüren yöreye ait özel deniz ürünleri beslenme zincirinin etkilenmesi olasılığı da meydana gelmektedir.

Aşağıdaki haritada **Kuzey Buz Okyanusu Arktik deniz buzulları sahaları** 1980, 1990, 2000, 2016 yılları **maksimum dağılımları turkuaz renkli** ve **minimum dağılımları lacivert renkli** gösterilmektedir.



Economist.com

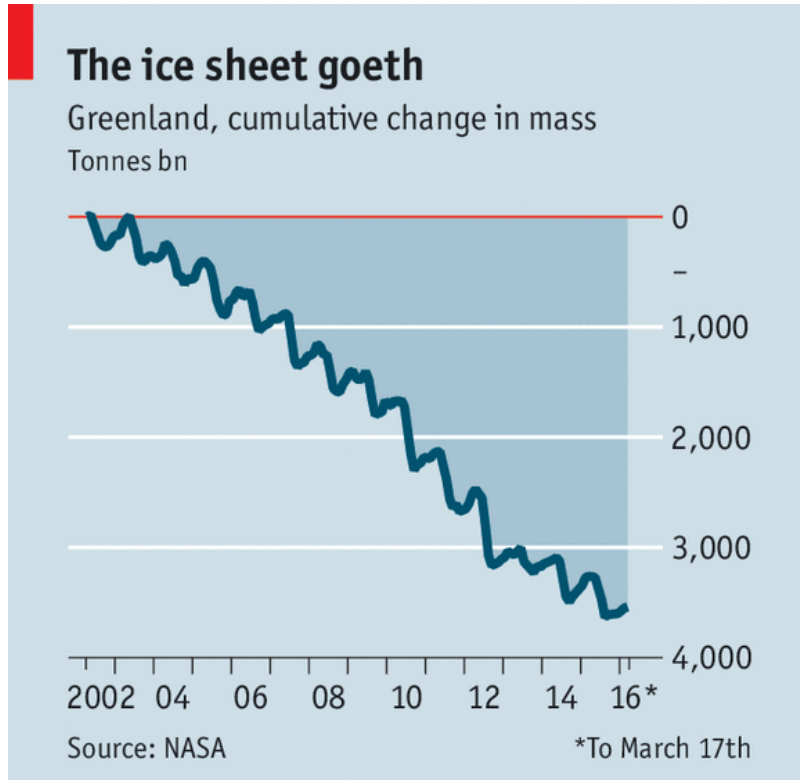
Kaynak: The Economist Dergisi. (*) **Arktik Okyanusu** alanı en az %15 oranında deniz buzulları ile kaplı bulunmaktadır.

Diğer taraftan, bazı bilim insanları buzul kütlelerinin erimesi yoluyla **Barents Denizi (Barents Sea)**'ne gelen tatlı suyun buradaki deniz canlıları beslenme zincirini olumsuz yönde etkileyeceğini ileri sürmektedir. **Tromso Üniversitesi (University of Tromsø)** Balıkçılık ve Su Ürünleri Bilim Dalı araştırmacılarından **Prof Dr Michaela Aschan** ise okyanus sirkülasyonu modellemeleri çerçevesinde söz konusu durumun son derece müphem olduğunu işaret etmektedir. Bu arada **Arktik Bölgesi** ısınması sayesinde yeni ticari fırsatlar ve iş imkanları doğması bazı ülkelerin yöreye olan ilgisini artırmaktadır. **Güney Kutbu Antarktika Bölgesi** etrafında deniz olan buzullarla kaplı kara parçası halinde bulunmasına karşın **Kuzey Kutbu Arktik Okyanusu Yöresi** ise tam tersine buzul kütleleri ile çevrili bir deniz konumunda yer almaktadır. Böylece, **Arktik Denizi** kıyısındaki sekiz ülke için yeni ticari deniz yolu, balıkçılık ve hidrokarbon sektörleri olanakları oluşmaktadır. Bununla beraber buzul kütlelerinin erimesi ile birlikte doğacak ekonomik imkânlar da beş yıl öncesine kıyasla mevzu bahis ülkeler bağlamında oldukça yoğun politik sıkıntılar ve teknolojik zorluklar içermektedir. **Kuzey Kutup Arktik Buz Denizi Bölgesi** çevresinde beşte bir oranında bulunan küresel zengin hidrokarbon rezervleri ve kaynakları keşfedilmeyi beklemektedir. Ancak, ekolojik denge sistemin korunması amacıyla **Kuzey Amerika Arktik Yöresi**'nin hemen her yerinde bölgesel ham petrol ve doğalgaz sondaj çalışmaları Aralık 2016'da yasaklanmıştır. Bununla beraber **Kuzey Amerika Arktik Bölgesi** hidrokarbon yatakları sondajlama faaliyetlerinin durdurulması hakkında moratoryum anlaşması **ABD Başkanı Donald Trump** yönetimi tarafından tanınmama eğilimine girmektedir. Öte yandan, dünya ham petrol fiyatları varil tarifeleri halen 45 – 55 dolar aralığında düşük düzeyde seyretmektedir. Bu bağlamda küresel hidrokarbon fiyatları varil bazında 100 doların üzerine çıktığı takdirde finansal ve ekonomik açıdan global ham petrol firmaları için **Kuzey Kutbu Arktik Buzul Okyanusu** tehlikeli ve riskli suları cazip konuma gelecektir. Örneğin, **Shell Firması** tarafından 7 milyar dolar harcandıktan sonra 2015 yılında **Alaska Çukçü Denizi (Chukchi Sea)** hidrokarbon ürünler aranması, çıkarılması ve üretilmesi faaliyetleri kapsamlı biçimde durdurulmuştur. **Shell Şirketi** yetkilileri sürdürülebilir hidrokarbon üretimi yönünden rezervlerin yetersiz olması nedeni ile **Çukçü Denizi** ham petrol sahası çalışmalarının durdurulması kararı aldıklarını duyurmuştur. **Arktik Bölgesi** hidrokarbon yatakları yatırımları gerçekleştiren Rusya firmaları örneğin **Rosneft Şirketi** de ekonomik güçlükler ve finansal sıkıntılar içine düşmektedir. Günümüzde Rusya Federasyonu önemli ölçüde ciddi mali kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Global ham petrol fiyatları düşüşleri nedeniyle Rusya hidrokarbon ürünleri ihracat gelirleri olumsuz biçimde etkilenmektedir. Rusya Federasyonu **takribi ulusal gelir (Gross Domestic Product – GDP)** seviyesi beşte bir oranında **Arktik** yöresine bağlı konumda bulunmaktadır. Aynı zamanda Rusya ihracat ürünleri yine beşte bir düzeyinde **Arktik Denizi** tabii kaynakları ve doğal rezervler kanalıyla karşılanmaktadır.

Bir başka **Arktik Yöresi** umut vadeden sektörleri arasında denizcilik endüstrisi gelişimi sayılmaktadır. Teoride küresel deniz nakliyat firmaları genelinde yeni ticaret yolu açılması sayesinde kâr ve kazanç sağlanacağı hesaplanmaktadır. Özellikle Kuzey Avrupa'dan Kuzey Doğu Asya'ya deniz taşımacılığı sırasında kat edilen mesafe yeni açılan Arktik Denizi yolu sayesinde **Süveyş Kanalı (Suez Canal)**'na kıyasla %40 oranında kısalmaktadır. Ancak, **Kuzey Buz Okyanusu** yeni deniz taşıma yolu ile beklenen deniz nakliyatı seviyesine erişilmemiştir. Örneğin, 2012 yılında **Arktik Okyanusu** yeni deniz yolu vasıtasıyla küçük miktarda sadece 1 milyon ton düzeyinde ticari mal nakliyesi gerçekleşmiştir. Genellikle yaz aylarında **Arktik Buz Denizi** deniz ulaştırıcılığı şiddetli fırtınaları sonucu riskli ve tehlikeli bir duruma

girmektedir. Böylece, **Arktik Kuzey Buz Denizi** yolunu kullanan ticari gemiler taahhüt edilen zamanda malların limanlara ulaşımı temin edilmemektedir. Gerçekte rastgele hareket eden ve sürüklenen buzul kütleleri **Kuzey Buz Okyanusu** deniz yolunda seyreden gemiler için ciddi tehlike de oluşturmaktadır. Ayrıca, gemilerin buzullara karşı dayanıklı ve dirençli hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda ticari gemi inşa maliyetleri de artmaktadır. Diğer taraftan, derin su limanları yokluğu gibi **Arktik Denizi** kıyı hizmetleri olmaması nedeni ile ekosisteme zarar veren ağır fuel oil yakıtlı gemilerin yarattığı **Kuzey Buz Okyanusu** çevre kirliliği sorunları çözümü zorlaşacaktır. **Uluslararası Denizcilik Örgütü** (International Maritime Organization - **IMO**) 2017 yılı Kuzey Kutbu yönergesi **Arktik Okyanusu** çevre kirliliği problemleri kaygılarının giderilmesi çerçevesinde yeni bir düzenleme getirmektedir. Bilhassa yeni çevre kirliliği düzenlemesi uyarınca yağlı atıkların **Arktik Denizi** sularına deşarjı yasaklanmaktadır. Amerika ve Kanada ise daha ileri giderek çeşitli özel ekolojik koruma tedbirleri içerikli **Güney Kutbu Antarktika** çevre kirliliği düzenlemeleri benzeri çalışmalara ağırlık verilmesini talep etmektedir.

Aşağıdaki grafikte 2002 – 2016 yılları arasında vuku bulan **Grönland (Greenland)** buzul tabakası kaybı ve yıkımı işaret edilmektedir. **Grönland** buzul kütleleri kümülatif değişimi milyar ton olarak 2011 – 2014 yılları aralığında 2003 – 2008 yıllarına göre iki misli artışı dikkat çekmektedir.



Economist.com

Kaynak: The Economist Dergisi

Kuzey Kutup Arktik Yöresi bakır metali gibi önemli maden rezervleri ve yatakları ile küresel madencilik firmaları yakından ilgilenmektedir. Ancak, global madencilik şirketleri işletmelerinin çoğunluğu **Kuzey Kutbu** bölgesinin %10'unu oluşturan yerli topluluklar ve gruplar ile ticari müzakereler yapılması deneyimine sahip bir durumda değildir. Bu arada yerli halkın büyük bir bölümü ise yöredeki gelişmelerden kaygı

duymaktadır. Örneğin, Sami halkı temsilcilerinden kurulu **Norveç Sami Parlamentosu** da bölgelerinde hüküm süren gelişmeler karşısında ihtiyatlı bir politika izlemektedir. **Norveç Sami Meclisi** uluslararası ilişkiler koordinatörlüğü görevini yürüten **John Peter Gintal**, çevre tahribatına yol açacak projelerin uygunsuz olduğu görüşünü savunmaktadır. **Arktik Bölgesi** sürdürülebilir gelir kaynağı turizm sektörü açısından yörenin doğa güzellikleri ve tabii görünümü önem taşımaktadır. Yeni oluşacak çevresel şartlar ile birlikte **Kuzey Kutbu** simgeleri arasında sayılan **Arktik ren geyikleri** doğal yaşam koşulları da son derece olumsuz etkilenecektir. **Kuzey Kutup** bölgesine ticari amaç için gelenler ve **Arktik** yöresinde ikamet eden 4 milyon kişi iklim değişikliklerine adaptasyon süreci yaşamaktadır. Kuzey Norveç bölgesi nüfus yoğunluğu yüksek olmasına karşın **Arktik Denizi** kıyısının yaklaşık yarısını kapsayan geniş sahada etkinliğini sürdürmeyi hedefleyen Rusya Federasyonu **Murmansk** kentinde bir nükleer denizaltı üssü bulundurmaktadır. Yine Rusya **Arktik Buz Okyanusu** sahili boyunca toplam 10 adet arama ve kurtarma hizmetleri sunacak istasyonlar kurmayı planlamaktadır. Şimdiye kadar 5 adet **Arktik Okyanusu** arama kurtarma istasyonu kurulmuştur. Ayrıca, Rusya Federasyonu eski Sovyet askeri üslerinin yeniden açılması sayesinde **Kuzey Kutup Bölgesi** hakimiyeti ve varlığını artırmayı programlamaktadır. Rusya diğer yerlerde izlediği sert politikaya kıyasla **Arktik** yöresinde sakin ve ılımlı bir siyaset gütmektedir. **Kirkenes** kenti yerel halkı Rus vatandaşlarının şehirlerine sürekli alış veriş için geldiklerini vurgulamaktadır. Norveç Savunma Bakanı **Oystein Bo** ise **Arktik Bölgesi** politik kararlılığı hakkında ihtiyatlı davranılması gerektiğini işaret etmektedir. Yine aynı kişi Rusya Federasyonu yoğun askeri gücünü kullandığı takdirde **Kuzey Kutbu** yöresinin siyasi stabilitesi ve huzurunun bozulacağını dile getirmektedir.

Arktik Bölgesi muhtemel ekolojik felaketleri ve çevresel afetleri ise yörenin politik stabilitesi ve siyasi kararlılığına nazaran daha büyük önem taşımaktadır. Örneğin, buzul kütlelerinin erimesi ve parçalanması sorunlarının çözümü bölge ülkelerinin öncelikleri arasında yer almaktadır. Aralık 2015 Birleşmiş Milletler **BM Paris İklim Anlaşması** hükümlerine uyulmak suretiyle sıcaklıkların stabilize edilmesi zorunluluğu üzerinde hassasiyetle durulmaktadır. **Kuzey Kutup Bölgesi** eko denge sisteminin muhafazası açısından gerekli köklü önlemler alınması aynı zamanda **BM Paris İklim Mutabakatı** maddeleri gereği küresel sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması ve limitlenmesi çalışmalarının başarılı olma ihtimali düşük kabul edilmektedir. Kuzey Kutbu soğutulması aynı zamanda **Arktik Bölgesi** ısınmasının durdurulması olasılığı incelikli iklim modellemeleri faaliyetleri de **jeo mühendislik (geoengineering)** bilim dalı çerçevesinde yürütülmektedir. Bu bağlamda **Kuzey Buz Denizi** üzerinde güneş ışınları ve güneş radyasyonları demetleri etkisinin bir nebze azaltılması amacı doğrultusunda **Arktik** stratosferi içerisine yüksek irtifalı uçaklar vasıtasıyla sülfat aerosolleri pompalanması planlanmaktadır. Sülfat aerosolleri püskürtülmesi projesi sayesinde **Arktik Yöresi** yaz aylarının soğutulması programlanmasına karşın diğer mevsimlerde yansıtılacak güneş radyasyonları ve güneş ışınları öğelerinin bulunmayışı da kış aylarındaki etkiyi düşük düzeylere indirgeyecektir. Güneş ışınlarının yansıtılması kapsamında **Arktik Okyanusu** üstündeki bulutlara tuz kristalleri enjeksiyonu ile soğutma çalışmalarının hızlandırılması varsayılmaktadır. Ancak, söz konusu **Kuzey Buz Denizi** soğutma projesi ise kurgusal ve spekülatif nitelik taşımaktadır. Ortaya atılan ekolojik sistemin korunması projeleri teoride ve uygulamada etik sonuçlar doğurmaktadır. Mevzu bahis projeler yoluyla gezegenin soğutulması temini yönünde dev adımlar atılsa bile beklenmedik doğa felaketleri ile karşılaşılması da olası görülmektedir. Örneğin, yanardağ ve volkanik patlamalar

neticesi atmosfere çok büyük miktarlarda aerosoller ve sülfatlar püskürmektedir. Ortaya çıkan sülfatlar ve aerosoller ozon tabakasına zarar vermesine benzer tarzda bir durumla yüz yüze kalınması ihtimali **jeo mühendislik** dalı tarafından sorgulanmaktadır. Güneş ışınları, tropik kuşaklarda su ve hava akımlarının akıllı yönetimi aynı zamanda sülfatların atmosfere salınması yoluyla **Arktik** buzullarının geri dönüşü sağlanması halinde sadece bir yarım kürede değişim sağlanmaktadır. Okyanus kimyası kapsamında atmosferdeki sera gazı konsantrasyonları artarken değişim de sürecektir. Bununla beraber değişim olmadığı takdirde konu ile ilgili geniş boyutlu **jeo mühendislik** tartışmaları ise sürüp gidecektir. Öte yandan, küresel ısınma ve global iklim değişikliği mekanizmaları sorunları dünya liderlerinin gündemine sürekli şekilde gelmektedir. Örneğin, **Çin lideri Xi Jinping, Arktik Bölgesi** problemleri içeriğinde Amerika ziyareti dönüşü **Alaska Anchorage** kenti yakınlarında mola vermiştir. Eski **ABD Başkanı Barack Obama** ise **Kuzey Buz Denizi** bölgesini ziyaret eden ilk Amerikan lideri olmuştur. Mayıs 2017 **Uluslararası Arktik Konseyi** bakanlar düzeyinde yoğun bir gündemle toplanacaktır. Amerika Birleşik Devletleri **Arktik Konseyi** başkanlığını iki yıllığına Finlandiya'ya devredecektir. Toplantıda **ABD Dışişleri Bakanı Rex Tillerson**, yeni Amerikan yönetiminin **Arktik Bölgesi** politikası hakkında bilgi sunması beklenmektedir. **Arktik** buzullarının erimesi neticesi politik ve ticari stabilitenin sürdürülmesi bağlamında **Kuzey Kutup** Bölgesinin ısınmasına dair zararların sınırlandırılması için üye ülkelerin ciddi çaba göstermeleri talep edilecektir. Sonuçta, **Kuzey Kutbu** yöresinde hüküm süren çok tehlikeli ve riskli durumlara geç müdahale edildiği görüşü de giderek yaygınlaşmaktadır.

Kaynaklar:

- Küresel Isınma, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- İklim Değişiklikleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Küresel Isınma Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, 2006.
- Küresel İklim Değişikliklerinin Maliyeti, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Sera Gazı Emisyonları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006
- İklim Değişiklikleri ile ilgili **IPCC** 'nin Son Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve İklim Değişikliği ile ilgili Son Gelişmeler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'da Ekolojik Felaketler, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan'da Çevre Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- 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, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Küresel Isınma Mültecileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler 2009.
- Küresel Karbondioksit Konsantrasyonları Ölçümleri Araştırma Uydusu **OCO**, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Kuzey Kutbu Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Nedeni ile Kuzey Buz Denizi

- Buzulları Erimesi Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
- Küresel Sıcaklık Artışları, Küresel Sıcaklık Ölçümleri ve Küresel Isınma, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Sona Erecek Kyoto Protokolü Öncesi Durban Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Müzakereleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Güney Afrika 2011 Durban Küresel İklim Değişikliği Zirvesi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Yeni Küresel İklim Değişikliği Modeli, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - İklim Duyarlılığı, Küresel Karbondioksit Emisyonları ve Küresel İklim Değişiklikleri Bilimsel Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Güneş Döngüsü ve Küresel İklim Değişikliği Modelleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Kanada Karbondioksit Vergisi Uygulaması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2011.
 - Birleşmiş Milletler Doha Katar Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği Konferansı ve Son İklim Değişiklikleri Zirveleri Sonrası Kyoto Protokolü, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2012.
 - Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Sera Gazı Emisyonlarının Sınırlandırılması ile ilgili 2012 Doha Global İklim Değişikliği Konferansı Toplantıları Sonuçları, 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.
 - Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, 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.
 - Çin, Fosil Yakıtlar Tüketimi Sonucu Oluşan Is ve Kurum Kaynaklı Hava Kirliliği Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası**, Faydalı Bilgiler, 2013.
 - Dünya Ortalama Sıcaklık Artışları Işığı Altında Yeni Küresel Isınma Projeksiyonları ve Global İklim Değişikliği Senaryoları İkillemi, 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.
 - 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 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.
 - Global Karbondioksit Konsantrasyonları Artmasıyla Küresel İklimsel Değişimler Sonucu Okyanusların ve Denizlerin Asitlenmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
 - Polonya 2013 Varşova İklim Değişikliği Zirvesi ve Birleşmiş Milletler (**UNFCCC**)

- Kapsamında İlgili Taraflar Konferansı (**Conference of the Parties - COP**) Sonuçları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Dünyanın Üçüncü Kutup Bölgesi Sayılan Tibet Platosu Buzul Kütlelerinin Erimesi ile Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Mekanizmaları İlişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **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** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
 - Kuzey Kutbu Global Isınma ve İklim Değişikliği Mekanizmaları ile Küresel Rüzgâr Sistemleri ve Dünya Fırtına Sirkülasyonu Bilimsel Bağlantısı, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Küresel Sıcaklık Artışları Sonucu Global Buzul Sahanlıkları, Buzul Karlar ve Buz Kristallerinden Oluşan Kar Kütlelerinin Erimesi Perspektifleri, 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.
 - ABD** Çevre Koruma Ajansı **USEPA** Yeni Emisyon Düzenlemesi ile Küresel İklim Değişikliği Durdurulması Mücadelesi ve Amerika Kömür Eyaletleri Kasım 2014 Senato Seçim Sonuçları Olası Etkileri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - ABD** Küresel Isınma ve Global İklim Değişikliği Politikaları Çerçevesinde Dünyanın En Kirlili Fossil Yakıtı Kömür Kullanan Elektrik Santralleri Projeksiyonları, 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.
 - Kyoto Protokolü Sonrası Küresel İklim Değişikliği Yasal Düzenlemeleri ile İlgili Son Gelişmeler ve Toprak Ana Kanunu (Law on Mother Earth), Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Dev Global Ham Petrol Üreticisi Şirketler Açısından Küresel İklim Değişiklikleri Durdurulması Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Avustralya Global İklim Değişiklikleri Mekanizmaları Sorunları Karşısında Kararsız Karbon Vergisi Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
 - Avrupa Birliği **AB** Küresel İklim Değişiklikleri Politikaları Belirsizliği ve **AB** Emisyon Ticareti Sistemi **AB ETS** Marketi Fiyaskosu, 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, **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.
 - 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.
 - 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Gezegenin Geleceği Açısından Hemen Gündeme Alınması Gereken Sorunlar Arasında Sayılan Küresel Isınma ve Global İklimsel Değişim Mekanizmaları, 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.
- 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.
- 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.
- ABD** Yeni Başkanı **Donald Trump** Yönetiminde Amerikan Kömürlü Termik Santraller Kompleksleri ve Temiz Enerji Kaynakları Ünitelerinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2016.
- Amerika Birleşik Devletleri Yeni Yönetimi Küresel İklim Değişiklikleri ve Global Isınma Mücadelesi **BM** Finansal Destek Yardımları Kesilmesi Politikası, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- ABD** ile Dünyanın Diğer En Büyük Karbondioksit Emisyonları Üreticileri Çin ve Hindistan Arasında Filizlenen Global İklim Değişikliği Mücadelesi Çelişkisi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- ABD** Uluslararası Çevre ve Hava Kirliliği Politikaları Değişim Süreci İçinde Baz Enerji Kaynağı Kömür Yakıtlı Termik Santraller İşletilmesi Perspektifleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Düşük Çevre Kirliliği Standartları Olan Çelik Üreticisi Ülkeler Nezdinde Yürürlüğe Konulması Olası **AB** Gümrük Vergisi Tarifesi Uygulaması, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Zengin Ülkeler Küresel İthal Ettikleri Ürünler Karşılığında bir tür İhracat Sayılan Dünya Hava ve Çevre Kirliliği Nedeni ile Global Ölüm Oranları Artışları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- Kuzey Kutbu Arktik Denizi Buzullarının Erimesi Sonucu Küresel Isınma, Global İklim Değişiklikleri ve Dünya Sıcaklık Artışları Hızlanması Perspektifleri, 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 Yayınları**, Faydalı Bilgiler, 2017.
- The Economist Dergisi**, (29 Nisan 2017 – 05 Mayıs 2017).

Fizik Mühendisleri Odası FMO Resmi İnternet Sitesi:

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