

Karbondiyksit Emisyonları ve Salınımlarının Yok Edilmesi ya da Depolanması

Ahmet Cangüzel Taner
Fizik Yüksek Mühendisi

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (acant@taek.gov.tr)

Fosil yakıtlı termik santraller vasıtasıyla atmosfere yayılan, aynı zamanda küresel ısınma ve küresel iklim değışiklikleri sorununa katkı yapan sera gazı emisyonları içinde en büyük paya sahip küresel karbondiyksit salınımları yada küresel karbon emisyonlarının sınırlanması, kısıtlanması, limitlenmesi, azaltılması, depolanması veya yok edilmesine dair çalışmalar tüm dünyada yoğun şekilde sürdürölmektedir. Bu bağlamda karbondiyksit emisyonlarını yutan bir kaya tipinin bulunması, fosil yakıtların çevreye zarar vermeden güvenli şekilde kullanımı konusundaki umutları artırmaktadır.

Kömür, doğalgaz ve petrol kullanan termik santraller aracılığıyla atmosfere yayılan küresel karbondiyksit emisyonlarının azaltılması, sınırlandırılması, kontrol ve denetim altına alınması veya dizginlenmesi yöntemleri arasında söz konusu salınımların yeraltında bulunan büyük mağaralar, akiferler, eski doğalgaz rezervuarları yada petrol kuyularına pompalanması sayılabilmektedir. Bunlara ilaveten bilimsel ve teknolojik araştırmalar sonucunda yerkürede karbondiyksit salınımlarını tutan, yakalayan, soğuran yada absorblayan, bir başka deyişle, bu emisyonları küçük bir katkı ile yoğun şekilde yutan veya depolayan bir kaya tipi bulunmuştur. Küresel sera gazları salınımları içinde en büyük yüzdeye sahip olanlar arasında sayılan küresel karbondiyksit salınımları için mucizevi olarak adlandırılan kaya tipi peridotit (peridotite) olup, yerkabuğunun hemen altında dünyayı çepeçevre saran temel kaya parçalarından biridir. Bu tip kaya parçaları yerkürenin yaklaşık 20 km altında bulunmasına rağmen, yerkabuğundaki tektonik kuvvetler nedeni ile, peridotitler bazı bölgelerde yeryüzüne kadar ulaşmaktadır. Buna bir örnek oluşturacak şekilde Umman Çölü (Omani desert)'nün bir kısmı keşfedilmiştir. Keşfedilen sahada Kolombiya Üniversitesi (Columbia University, New York)'nden Peter Kelemen ve Juerg Matter yıllardır araştırma yapmaktadır. Uzun süreden beri yer bilimciler ve özellikle de

jeologlar; peridotitlerin hava ile temas ettikleri takdirde, kireç taşı veya mermer gibi karbonatları oluşturmak için karbondioksit salınımları ile hızla reaksiyona girebildiklerini bilmektedir. Bazı araştırmacılar peridotitleri öğütmek ve öğütülmüş peridotitlerin fosil kaynaklı termik santraller vasıtasıyla ortaya çıkan küresel karbon salınımları yada küresel karbondioksit emisyonlarını soğurmak veya absorblamak için kullanılmasını önermektedir. Ancak, böyle bir yöntemin peridotit içerikli kayaların termik santrallere taşınması dahil olmak üzere maliyetleri önemli ölçüde artırdığı hesaplanmaktadır. Diğer taraftan da peridotitlerin nakliyesi sırasında kullanılan araçların büyük oranlarda karbondioksit emisyonu yada karbon salımı yaratacağı düşünülmektedir. Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi Bilimsel ve Teknik Raporları (Proceedings of the National Academy of Sciences)'nda Mr. Kelemen ve Mr. Matter alternatif bir çözüm olarak peridotitlerin bulunduğu yerlerdeki kaya katmanlarına kadar karbon salımları veya karbondioksit emisyonlarının pompalanması fikrini tavsiye etmektedir. Umman peridotitleri üzerinde araştırmalarını sürdüren grup sahadaki kayaların, beklenenin çok üstünde yılda on binlerce ton karbondioksit salımı absorbladığını bulmuştur. Kayalarda yapılan delme ve parçalama yöntemleri ile peridotitlerin karbondioksit emisyonlarını soğurma yada absorblama oranının 100000 kat arttığı saptanmıştır. Bu doğrultuda peridotitlerin 5km derinliğe kadar ulaştığı sadece Umman bölgesinde yılda takribi 4 milyar ton karbondioksit emisyonunun soğurulması veya absorblanması gerçekleştirilebileceği hesaplanmaktadır. Böylece fosil yakıt kullanan termik santrallerde yılda yaklaşık 30 milyar ton karbondioksit salınımı yapıldığı düşünüldüğü takdirde söz konusu salınımların zararsız hale getirilmesi için önemli bir çözüm yolu getirilmektedir. Sonuç olarak, enerjinin yoğun olarak üretildiği ve tüketildiği yörelerde bulunan peridotit kayalar sayesinde küresel karbondioksit salınımlarının depolanması veya küresel karbon salımlarının yok edilmesi konusunda uygun bir yöntem bulunmuş olmaktadır. Peridotit ihtiva eden kayalar; Pasifik Adaları (Pacific islands), Yunanistan ve Hırvatistan kıyıları ile Amerika'da bazı bölgelerde bulunmaktadır. Karbon emisyonlarının yada karbondioksit salımlarının yok edilmesi konusunda sadece peridotitler üzerinde araştırmalar yapılmamakta, ayrıca İzlanda (Iceland)'da volkanik bazalt (volcanic basalt)'lar ile ilgili araştırmalar da sürdürülmektedir. Sera

gazı salımları, küresel ısınma ve küresel iklim değışikliği bağlamında gezegenimizin geleceğinde çok daha büyük sorunlar oluşturacaktır. Bu arada kömür yakıtlı termik santraller aracılığıyla ortaya çıkan sera gazı salınımları içinde yüksek oranlarda bulunan kükürt dioksit emisyonları yok edilmesi yada arıtılması veya tecridi teknikleri kullanan baca gazı arıtma tesisleri veya desülfürizasyon tesisleri sayesinde önemli bir çözüm yolu getirilmiştir. Böylece, kükürt dioksit salımları sonucu meydana gelen asit yağmurları nedeni ile ormanların yok olması büyük ölçüde önlenmiştir. Diğer taraftan yukarıda belirtildiği gibi özellikle kömür yakan termik santraller vasıtasıyla yoğun şekilde oluşan küresel karbondioksit emisyonları yada küresel karbon salımları tecrit ve arıtma teknolojileri konusundaki çalışmalar yoğun biçimde devam etmektedir.

Ülkelerin enerji stratejileri, enerji projeksiyonları, enerji eylem politikaları ve çevre eylem planları kapsamında enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ile enerji arz güvenliği sağlanmasında karbon salınımları olmayan aynı zamanda da birincil enerji kaynakları arasında sayılan pasif reaktörler kategorisinden yeni kuşak nükleer güç santralleri, ileri nükleer reaktörler, yenilikçi nükleer santraller ve çağdaş nükleer güvenlik donanımlı evrimsel nükleer reaktörler öncelikli bir duruma gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (The Organization for Economic Cooperation and Development – OECD) ülkeleri, Avrupa Birliđi ile birlikte Rusya Federasyonu çağdaş yeni nesil nükleer reaktörler ve ileri nükleer santraller geliştirilmesi yoluyla enerji kaynak çeşitliliği yaratılması ve de sürdürülmesi çalışmalarına hızlı biçimde devam etmektedir. Çağdaş nükleer emniyet ekipmanlı modern nükleer santraller projeleri; Brezilya, Çin ve Hindistan gibi hızla büyüyen ülkelerin enerji eylem planları, çevre eylem planları aynı zamanda kalkınma programlarında da yer almaktadır. Yukarıda anlatılanlara paralel olarak **Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency-IEA)** tarafından yayınlanan Dünya Enerjisine Bakış World Energy Outlook-WEO adlı son raporunda nükleer güç kapasitesinin 2030 yılına kadar %80 oranında büyümesi gerektiği vurgulanmaktadır. Küresel ısınma ve küresel iklim değışiklikleri sonucu ortaya çıkan küresel sıcaklığın 2 santigrat derece ile sınırlandırılabilmesi için enerji projeksiyonları perspektifi içinde

yer alan nükleer enerji kapasitesinin 1.8 kat, bir başka deyişle, dünyada faaliyet gösteren nükleer güç santralleri veya nükleer reaktör ya da nükleer santral sayısının yaklaşık iki kat artırılması zorunluluğu raporda belirtilmektedir. Şu andaki küresel sera gazı emisyonları aynı oranlarda artmaya devam ettiği takdirde, WEO dünyadaki küresel sıcaklığın 6 santigrat dereceye kadar yükseleceğini tahmin etmektedir. Rapor, iki alternatif küresel ısınma senaryoları üzerinde durmaktadır. Birinci küresel ısınma senaryosu “550 politika senaryosu (550 policy scenario)” olarak adlandırılmakta olup, senaryoya göre küresel karbondioksit konsantrasyonu milyonda 550 partikül (550 parts per million-550ppm) olduğu takdirde küresel sıcaklığın 3 santigrat derece artacağı varsayılmaktadır. İkinci küresel ısınma senaryosu “450 politika senaryosu (450 policy scenario)” adı altında anılmakta, bu senaryoya göre ise küresel karbondioksit konsantrasyonu milyonda 450 partikül yada 450ppm olduğunda ise küresel sıcaklığın 2 santigrat derece yükseleceği öngörülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı IEA, küresel sıcaklığı 2 santigrat derece ile sınırlamanın tüm dünyada sera gazı salımlarının azaltılması için çok önemli bir hamle olacağını işaret etmektedir. Her iki senaryo da Kopenhag’da düzenlenecek olan **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change- UNFCCC)** kapsamındaki konferansta tartışılacak, ayrıca **emisyon üst sınırı ve ticareti (cap and trade scheme sistemi) planı** üzerinde uygun bir politika izlenmesi konusunda 2012 yılında sona erecek olan **Kyoto Protokolü** sonrası küresel düzeyde bir anlaşma sağlanabilmesi için altyapı ve zemin oluşturulmaya çalışılacaktır.

Öte yandan, ne yazık ki bütün ülkelerin halkları üzerinde iyonlaştırıcı radyasyonlar, nükleer atık yönetimi kapsamındaki radyoaktif atıklar, ileri nükleer reaktörler hakkında politik istismara açık kasıtlı şekilde oluşturulan spekülasyonlar ve kaygılara rağmen; bilim insanları, çevre kuruluşları, çevreci örgütler, çevre dostu organizasyonlar tarafından alternatif enerji kaynakları perspektifleri arasında vazgeçilmez ve de hükümet programlarında zorunlu konuma gelen aynı zamanda birincil enerji kaynakları addedilen nükleer santraller projeleri tüm dünyada “**Nükleer Rönesans**”, diğer bir deyimle, “**Nükleer Gücün Dirilişi**” veya “**Nükleer Enerjinin Yeniden Doğuşu**” süreci yaşamaktadır. Takribi 13 milyar 700 milyon yıl önce büyük patlama sonucu kainatın

yaratılması neticesi ortaya çıkan iyonlaştırıcı radyasyonlar; güneş ve güneş sistemimizin oluşumu sırasında dünyanın meydana gelmesi ile birlikte yaklaşık 4 milyar 500 milyon yıldan beri yeryüzünde bulunmaktadır. Dünyada insanoğlunun vücuda gelmesi ile beraber en gelişmiş ve mükemmel yaratık olan insanlar söz konusu radyasyonlarla ışınlanma suretiyle yaşantılarını devam ettirmektedir. Bu bağlamda günümüzde küresel sera gazları emisyonları veya karbon salınımları ve küresel çevre sorunları konusunda farklı bir çözüm yolu ortaya koyan karbondioksit salımları olmayan nükleer reaktörler ile ilgili olarak; iyonlaştırıcı radyasyonlar, iyonlaştırıcı radyasyonların biyolojik etkileri, nükleer atıklar, nükleer atıkların yönetimi, radyoaktif atıkların yok edilmesi veya nihai depolanması, nükleer atıkların tecridi, radyoaktif atıkların arıtılması, nükleer atık yada radyoaktif atık muamelesi, nükleer atıkların daimi ve geçici depolanma sahaları, radyoaktif kirlilik ve nükleer kirliliğin temizlenmesi (nükleer kontaminasyon ve nükleer dekontaminasyon), nükleer yakıtların taşınması, radyoaktif maddeler ve nükleer atıkların emniyetli aynı zamanda güvenli nakliyesi, nükleer reaktörlerde deprem güvenliği, nükleer santrallerin yer seçimi ve değerlendirmesi, nükleer reaktörlerin lisanslandırılması ile ilgili yer, inşaat ve reaktör işletme lisansları, nükleer madde denetimi (safeguard), atom, radyoaktivite, radyoizotoplar, radyasyon çeşitleri, iyonlaştırıcı radyasyonların tıpta özellikle de teşhis ve tedavi amaçlarında kullanımları, radyasyondan korunma felsefesi, tek kullanımlık tıbbi malzemelerin radyasyonla sterilizasyonu, gama ve elektron demeti ışınlama tesisleri, iyonlaştırıcı radyasyon aracılığıyla yapılan gıda ışınlama teknikleri ve diğer endüstriyel amaçlı radyasyon uygulamaları kapsamındaki radyolojik güvenlik, nükleer güvenlik ve nükleer emniyet konularında kamuoyunun hiçbir spekülasyona meydan vermeden açık ve şeffaf şekilde bilgilendirilmesi elzem görülmektedir. Yukarıda belirtilen konular ile ilgili açıklayıcı nükleer bilgiler ekteki kaynaklarda da ayrıntılı olarak verilmektedir. Ayrıca, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu web sayfası www.taek.gov.tr vasıtasıyla söz konusu nükleer bilgilere teferruatlı şekilde ulaşılabilir.

Kaynaklar:

- Karbon Emisyonları ve Karbondioksitin Akiferlerde Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- İklim Değişiklikleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Küresel Isınma, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Küresel İklim Değişikliklerinin Maliyeti, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Sera Gazı Emisyonları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Amerika'da Küresel Isınma ile ilgili Politika Değişimi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- İklim Değişiklikleri ile ilgili IPCC'nin Son Raporları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Haziran 2007'de bir araya gelen G8'lerin Gündemi: Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sera Gazı Emisyonları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Atıkların İdaresi veya Yönetimi, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Radyoaktif Atıkların Yok Edilmesi veya Nihai Depolanması, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Reaktörler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Nükleer Enerji, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Yeni Nesil Nükleer Güç Reaktörleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.
- Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Enerjinin Geleceği, Ahmet Cangüzel Taner, Çağın Polisi Dergisi, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2007.
- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.

- Nükleer Güç Santralleri Gelişiminde Nükleer Emniyet ve Nükleer Güvenlik, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- İngiltere’de Enerji Arz Güvenliği, Enerji Kaynaklarının Çeşitlendirilmesi, Nükleer Santraller ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Enerji Santralleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geleceği ve Enerji Kaynak Çeşitliliği, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Nükleer Santraller ve Gelecekteki Nükleer Enerji Projeksiyonları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- The Economist Dergisi (15 Kasım - 21 Kasım 2008).
- Nuclear Australia and the WEO-2008, World Energy Outlook 2008, 15 Kasım 2008.
- Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve İklim Değişikliği ile ilgili Olası Son Gelişmeler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Amerika Birleşik Devletleri’nde Çevre Kirliliği Yasası, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Küresel Isınma, İklim Değişiklikleri Nedeni ile Çin ve Hindistan’da Çevresel veya Ekolojik Felaketler, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan’da Küresel Isınma ile İklim Değişiklikleri Nedeni Olan Sera Gazı Emisyonları Hakkında Çevre Eylem Planı Politikaları Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Çin ve Hindistan’ın Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Faili Sera Gazı Emisyonları ile ilgili Muhtemel Politikaları, Ahmet Cangüzel Taner, , FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2009.
- Brezilya’nın Enerji Politikası ve Enerji Eylem Planları, Ahmet Cangüzel Taner, FMO Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.

İnternet site: [www.fmo.org.tr/ yayinlar/faydali-bilgiler](http://www.fmo.org.tr/yayinlar/faydali-bilgiler)