

KYOTO PROTOKOLÜ KAPIDA KARBON CEPHESİNDE SON DURUM



Çizim: Çağlar Tongür

Son birkaç yıldır en çok duyduğumuz ve kullandığımız sözlerin belki de başında geliyor “küresel ısınma”. Neredeyse hepimiz bu önemli sorunu günlük yaşam sohbetlerimizin bir parçası haline getirdik. Küresel ısınmanın ne demek olduğunu, dünyanın ortalama sıcaklığının neden yükseldiğini, gerekli önlemler alınmazsa başımıza gelebilecekleri, bireysel olarak üzerimize düşen yükümlülükleri bir bir öğrendik. Kyoto Protokolü de tüm dünya için son yılların en gözde protokollerinden biri durumuna geldi. Bu konuyla biraz daha yakından ilgilenenlerin Protokol’e ilişkin bilgileri de var. Protokol, sera gazı salımını azaltmak için ülkelere birçok yükümlülük getirirken yumuşak geçiş sağlamak için de birtakım düzeneklerin kurulmasından söz ediyor. Protokol’ün yürürlüğe girmesinin üzerinden üç yıl geçti. Acaba bu süre içinde, sera gazı salımını azaltmak için Protokol’de öngörülen birtakım önlemler ve düzenekler kendilerinden bekleneni yerine getirebilmede başarılı olabildi mi? Bu soruların yanıtları bizim için çok önemli, çünkü Türkiye bu günlerde Kyoto Protokolü’nü imzalamaya hazırlanıyor. Meclis Çevre Komisyonu’nda Türkiye’nin Kyoto Protokolü’ne katılımının uygun bulunduğuna ilişkin yasa tasarısı kabul edildi. Şimdi iş, imzayı atmaya ve 2012’den sonra Türkiye’nin üzerine düşecek sorumlulukları yerine getirmek için yapılması gereken hazırlıklara odaklanmaya kaldı.

2003'te Avrupa'da yaşanan sıcak hava dalgasının 35.000 kişinin yaşamını yitirmesine yol açtığı söyleniyor. Dünya Sağlık Örgütü'nün raporuna göre de 2000 yılına değin küresel ısınmanın etkileri nedeniyle yaşamını kaybedenlerin sayısı yılda ortalama 150.000. İklimbilimciler, ısınmaya devam edeceğimizi söylüyor. Bu durumda, tablo hepimiz için bir parça ürkütücü ve şaşkınlık verici olabilir.

Sanayi devriminden günümüze, atmosferdeki karbon dioksit miktarının %31, metan miktarının da % 151 arttığı hesaplanıyor. Bilim insanları artışın, bu hızda sürmesi durumunda 2100'e kadar dünyanın ortalama sıcaklığının 1,4 - 5,8°C artacağını söylüyor. Yirminci yüzyılda sıcaklıktaki yalnızca 0,6°C'luk bir artış, deniz seviyelerinde 25 cm'lik bir yükselmeye, önemli buzulların bir bölümünün erimesine, bir bölümünün de geri çekilmesine yol açtı. Geçtiğimiz yüzyılda buzullar ve deniz suyu seviyeleri dışında, atmosferdeki 0°C noktası sürekli yukarı kayarken, dünyanın çeşitli bölgelerinde yağış miktarları değişti, fırtına ve sellerde artış oldu, göl sularının sıcaklıklarında artışlar gözlemlendi. Bilim insanları, eğer 0,6°C'luk bir artış bunlara yol açıyorsa, öngörülen 1,4 - 5,8°C'luk artışın sonuçlarının gezegenimiz için çok ciddi bir tehlike oluşturabileceği konusunda kaygılarını gizlemiyor. Üstelik sera gazları atmosferde yıllarca asılı kaldığından, bu gazların salımı hemen durdurulsa bile sıcaklık artışı bir süre daha sürecek. Bunun sonucunda da deniz suyu seviyelerinde 9 - 88 cm'lik bir yükselme ve buna bağlı olarak kıyı şeridinde erozyon ve su baskınları yaşanacak, böceklerin ve kemirgen hayvanların taşıdığı hastalıklar artacak, kimi bölgelerde tarım zarara uğrayacak, ormanlar ve sulak alanlar üzerinde büyük baskılar oluşacak, temiz su sıkıntısı başlayacak, kimi alçak bölgelerde ciddi toprak kayıpları olacak ve göçler yaşanacak.

Başta bilim insanları olmak üzere, birçok insan bu gidişe bir son vermek için çalışmalara başladı bile. Ülkelerin üstlerine düşen görevleri yerine getirebilmesi için politikacılar da gerekli adımları atıyor. 1997'de Kyoto'da yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) Taraf- lar Konferansı'nda katılımcı ülkelerce



oluşturulan protokol bu adımlardan en önemlisi. Kyoto Protokolü olarak bilinen bu protokole göre İDÇS'ye taraf olan gelişmiş ülkeler, insan kaynaklı sera gazı salımlarını 2008-2012 döneminde 1990'daki düzeylerinin ortalama % 5 altına indirmeyi kabul etti. Bu oran kimi ülkeler için değişiklik gösterirken, ABD salım miktarı en yüksek ülkelerden biri olduğu halde, ülke çıkarlarına aykırı olduğu gerekçesiyle protokolü imzalamadı. Bununla birlikte, 2005 yılının şubat ayında Rusya Federasyonu'nun da taraf olmasıyla, Kyo-

to Protokolü yürürlüğe girdi. Türkiye de Protokolü imzalamayan az sayıdaki ülkeden biriydi. Sonunda hükümet, Protokolü imzalama kararı aldı ve imza süreci başlamış oldu. İDÇS'ye imza atan katılımcı ülkeler ekonomik gelişmişlik düzeylerine göre taraflara ayrılıyor. Buna göre, Ek 1 tarafını OECD ve ekonomileri geçiş sürecinde olan orta ve doğu Avrupa ülkeleri, Ek 2 tarafını da yalnızca OECD ülkeleri oluşturuyor. Ek 1 taraflarından beklenen yükümlülük, gelişmekte olan ülkelere insan kaynaklı sera gazı salımlarını azaltmada parasal ve teknolojik kaynak aktarmakken Ek 2 ülkelerinden, bu ülkelerin özel gereksinimlerinin karşılanması gibi temel konularda birtakım yükümlülükleri yerine getirmeleri bekleniyor.

Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli'nin (IPCC) yürüttüğü bu çalışmaların temelini de dünyanın hangi bölgesinin iklim değişiminden nasıl etkilendiği, gelecekte nasıl etkileneceği ve alınabilecek önlemler oluşturuyor. Bu önlemler dizisi içinde, insan etkinlikleri nedeniyle atmosfere salınan CO₂ miktarının azaltılması ilk sırayı alıyor.



Sera Etkisi

Güneşin yaydığı ışınlar dünyayı ısıtırken yerküre güneşten aldığı enerjinin önemli bir bölümünü ısı enerjisi olarak yeniden atmosfere yollar. Atmosfer, oksijen ve azot dışında su buharı, karbon dioksit, metan, azot oksit, ozon ve kloroflorokarbonlar gibi başka gazlar da barındırır. Bunların miktarı az olsa da etkileri çok büyük. Atmosferde bu gaz-

lar bulunmasaydı, yerkürenin ortalama sıcaklığı canlı yaşamının olanaksız olduğu -18°C gibi bir değerde olurdu. Oysa bu gazların atmosferdeki varlıkları sayesinde yerkürenin ortalama sıcaklığı 15°C. Bu gazlar, Güneş'ten gelen ışınlar atmosfere geri yollanırken devreye girer; geri gönderilen ışınları soğurur ve ısı olarak yeniden atmosfere yayarlar. Tıpkı doğal bir seraya benzediği için bu etkiye sera etkisi, buna yol açan gazlara da sera gazları denir.

Karbondiyoksit Neden Önemli?

Atmosfere her yıl toplam 30 milyar ton CO₂ salınıyor. Bunun %46'sı enerji tüketimi, %24'ü sanayi etkinlikleri, %18'i ormansızlaşma, %9'u tarım ve %3'ü de başka nedenlerden kaynaklanıyor. Bu miktarın yarısı ormanlar, toprak ve okyanuslar gibi yutaklarca emiliyor ama geri kalan miktar atmosferde birikiyor. CO₂ yoğunluğu endüstri devrimi öncesinden günümüze, yaklaşık 0,8 trilyon ton arttı. Yapılan araştırmalar, 2000 yılında 370 ppm (milyonda bir

parça) olan atmosferdeki CO₂ birikiminin 2100'e kadar 540-970 ppm aralığına yükseleceğine işaret ediyor. Eğer, CO₂ birikimi endüstri devrimi öncesi düzeyin iki katı olan 550 ppm'de durdurulabilirse, küresel salımların 2025'e kadar en yüksek düzeye çıkacağı ve 2040-2070 döneminde bugünkü düzeylerinin altına ineceği hesaplanıyor.

Ne var ki özellikle gelişmekte olan ülkelerin sera gazı salım miktarları her geçen yıl artıyor. Örneğin, geçen yıl Çin kendi salım oranını % 8 artırdı. Aynı durum gelişmekte olan öteki büyük ülkeler için de geçerli. Gelişmekte olan ül-

kelerin yanı sıra, gelişmiş ülkelerin hem bugüne kadar atmosfere saldıkları hem de şu anda salmakta oldukları CO₂ ve öteki sera gazlarının atmosferdeki birikimi de göz ardı edilmemeli.

Dünyada hal böyleyken, acaba ülkemizde CO₂ salım miktarı ne kadar? Yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, Türkiye'nin birincil enerji kullanımından kaynaklanan toplam CO₂ salım değeri 1990'da 127,2 milyon tona ulaştı. Bu değer 2003'te 213 milyon tona ulaştı. 2010 yılı için yapılan öngörülere göre birincil enerji talebimizin % 70'ini dışarıdan alarak karşılayacağız. Bu alımların büyük bölümünü doğalgaz ve taş kömürü alımı oluşturduğu için Türkiye'nin CO₂ salım miktarını Kyoto Protokolü'nde öngördüğü gibi 1990 düzeyine indirmesi bu koşullarda pek kolay değil. Ne var ki çok yakın bir gelecekte (hatta belki de sizler bu yazıyı okurken) Protokol'ü imzalayacağız. Bu nedenle, bir an önce Protokol'ün yaptırımlarını yerine getirebilmemizi sağlayacak eylem planına uygun önlemleri almaya başlamamız gerekiyor.

Ülkemizde CO₂ salımının en çok hangi sektörlerden kaynaklandığına gelince... Sanayi başta olmak üzere, elektrik ve ulaşım sektörleri bu konuda ilk üç sırayı paylaşıyor. Yalnızca elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan CO₂ salımı, 1990'da 30,2 milyon ton'dan 2001'de 73,4 milyon tona çıkmış; ancak 2002'de yaşanan kuraklığın etkisiyle termik santrallerin üretim paylarının artması nedeniyle 72,1 milyon tona gerilemiş. Elektrik üretiminde özellikle gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de de en bol ve yaygın yerel enerji kaynağı olan linyitin kullanımından vazgeçilmesi şimdilik olası görünmüyor. Bununla birlikte, enerji talebimizin bir bölümü, CO₂ salımı daha az olan doğalgaz ve yüksek kalorili ithal kömürle birlikte, yenilenebilir bir kaynak olan akarsu gücüne dayalı hidroelektrik santrallerden karşılanıyor. Yine de gelişmeye ve büyümeye paralel olarak artan enerji talebi nedeniyle CO₂ salımımız da artıyor.

Hem ülkemizde hem de tüm dünyada her geçen gün artan CO₂ salımına son vermek olanaksız olsa da salımı azaltmak için alınan birtakım önlemler var. Bu önlemlerin, daha doğrusu yöntemlerin en etkilileri Kyoto Protokolü'nde yer alan Ortak Yürütme ve Kal-



İklim Değişimi

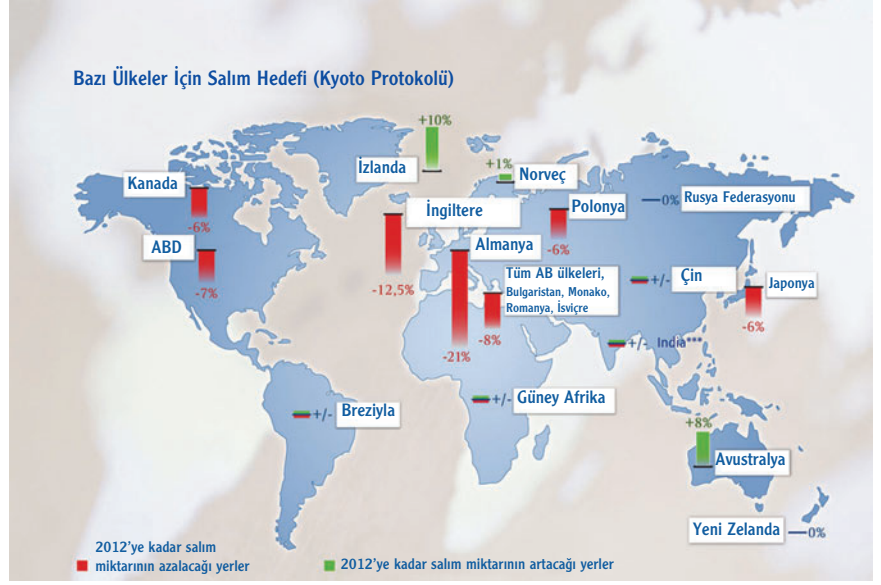
İklim sisteminin dengesi, doğal yollarla ya da insan etkisiyle ortaya çıkan birtakım zorlamalarla bozulabiliyor. Güneş ışınımı miktarındaki doğal salınım, volkanik patlamalarla atmosfere yayılan tozlar ya da okyanus akıntı sistemlerini ve atmosferdeki rüzgârları etkileyen kıta hareketleri doğal etmenlerden bazıları. Bu nedenle dünyanın iklim değişimiyle tanışması insanlık tarihinden çok öncelere dayanır dersek, yanlış olmaz. Gerçekte dünyamız değişken bir iklim sistemi var; değişik periyotlarla bir ısınıyor, bir soğuyor. Aslına bakarsanız, küresel ısınmadan dert yandığımız şu aralar elli milyon yıl önce başlamış olan soğuk dönemin içindeyiz. İklimbilimciler bu değişken iklim sistemi sayesinde yüzlerce milyon yıllık sıcak dönemlerden sonra, onlarca milyon yıl süren bu tür soğuk dönemler yaşadığını söylüyor. Ancak soğuk dönemde olmamıza karşın, pek de üşüdüğümüz söylenemez. Bunun nedeni milyonlarca yıl süren bu soğuk dönemlerin içinde on binlerce yıllık ılık dönemlerin olması. İşte biz şu anda bu ılık dönemlerden birini yaşıyoruz. Sıcak dönemlerde dünyanın ortalama sıcaklığının yaklaşık 22°C olduğu düşünülüyor. Bununla birlikte bilim insanları, sıcak dönemlerin ardından gelen so-

ğuk dönemlerde, sıcaklığın düşmesiyle kutuplardan başlayarak orta enlemlere değin büyük buz tabakalarının oluşmasına, canlıların yaşam alanlarının değişmesine, hatta bu koşullara uyum gösteremeyen kimi türlerin yok olmasına ve bitki örtülerinin değişmesine neden olduğunu söylüyorlar. Soğuk dönemde oluşan buzul tabakaları, bugünkü iklimimizin temel taşlarından birini oluşturuyor. Buzullar, gelen güneş ışınlarının yaklaşık %85'ini geri yansıtır. Dünyadaki buzulların %90'ının bulunduğu Antarktika da bu özellik sayesinde soğutucu rolü oynar. Bu da buzulların erimesinin bilim dünyasını neden bu denli kaygılandırdığını anlamamız için yeterli. Buzullar dışında, iklim sistemine etki eden bir başka önemli öge de okyanus akıntı sistemi. Kimi yerlerde dipten, kimi yerlerde yüzeyden giden bu akıntı sistemi, okyanuslar arasında ısı alışverişini sağlıyor, havayı ısıtıyor ve iklimin yumuşamasına yardımcı oluyor. Antarktika hem buzulların yansıtıcı özelliği hem de akıntı sistemine kattığı soğuk suları sayesinde iklim sisteminin dengesini sağlamada çok önemli bir rol oynar. İnsan etkinlikleri ise daha çok, sera gazlarının atmosferdeki miktarını artıran ve atmosferin en alt tabakası olan troposfer kimyasının doğal yapısının değişimine neden olan etkiler doğurur.

kınma Düzenekleriyle, Salım Ticareti Düzenegi.

Ortak Yürütme ve Temiz Kalkınma Düzenekleri

Ortak Yürütme Düzenegi, bir Ek 1 ülkesine, başka bir Ek 1 ülkesinde sera gazı salımını kaynaқта azaltmayı ya da sera gazı yutakları aracılığıyla atmosferden uzaklaştırmayı amaçlayan bir projeye yatırım yapması koşuluyla “salım indirim birimleri” kazandırıyor. Yatırımı yapan ülkenin salım izni artarken, evsahibi ülkenin salım izni azalıyor. Projelerin çoğu “yerine yenisini koyma” biçimindeki bir teknoloji ya da sistemin daha düşük salımlı bir başkasıyla yer değiştirmesi ilkesine dayanan çalışmalardan oluşuyor. Ancak bu projelerle salım indirim birimi aktarımı ya da kazanımı, kimi koşullara bağlı. Her şeyden önce, Ortak Yürütme projesi ilgili devletlerce kabul edilmiş olmalı. Ayrıca proje, kaynaktan gerçekleşen salımlarda azaltma ya da salımların yutaklarca uzaklaştırılmasında artış sağlamalı ve bu artış, projenin yapılması durumunda gerçekleşecek herhangi bir değişikliğe ek olmalı. Bununla birlikte, ülkeler salımlarını öngören ulusal sistemler kurmadığı ya da ulusal bildirimlerini göndermediği sürece salım indirim birimi kazanamıyor. Bu kazanım da ancak Protokol çerçevesinde üstlerine düşen yükümlülükleri yerine getirmek için kendi ül-



kelerinde yaptıkları etkinliklere ek olabiliyor.

Karbon vergileri ya da elektrik ve gaz fiyatları yüksek olan, enerji verimliliğine ilişkin gelişimini tamamlamış ya da yenilenebilir enerji kaynakları kullanan gelişmiş ülkeler için sera gazı salım yükümlülüklerini yerine getirmek zor olacağından, bunlar Ortak Yürütme projelerine daha sıcak bakıyor. Özellikle Japonya ve Kuzey Avrupa ülkeleri bu tür projelere yeşil ışık yakarken, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlara bağımlı ve enerjiyi verimli kullanamayan ülkeler ev sahipliği için istekliler. Ortak Yürütme projeleri sayesinde, ev sahibi ülkelere teknoloji ve para aktarımı yapılabiliyor.

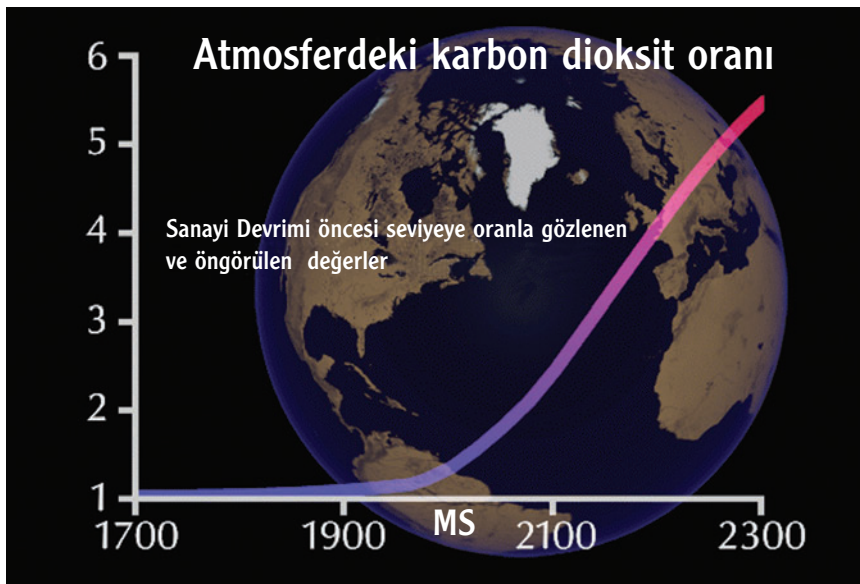
Ortak Yürütme projeleri yalnızca Ek 1 tarafları arasında gerçekleştirilebilirken yükümlülük sahibi gelişmiş bir

ülkeyle yükümlülüğü bulunmayan gelişmekte olan bir ülke arasında yapılan projeler Temiz Kalkınma Düzenegi adı altında toplanıyor. Bu sayede, gelişmekte olan ülkelere sürdürülebilir kalkınma ve çevre dostu teknolojilere ulaşma fırsatı verilirken gelişmiş ülkelere de belirlenmiş olan salım sınırlandırma ve azaltma yükümlülüklerini yerine getirmeleri yolunda yardım edilmiş oluyor. Bu düzenek, gelişmekte olan ülkelere projelerden sağlanan onaylanmış salım indirimlerini Ek 1 taraflarına aktarma olanağı veriyor.

Bu iki mekanizma, gelişmiş ülkelere kendi yükümlülüklerini daha düşük maliyetle gerçekleştirmek için bir fırsat tanırken gelişmekte olan ülkelere de temiz kalkınma yatırımları aracılığıyla bir takım çevresel hedeflere ve sürdürülebilir kalkınma olanaklarına ulaşma konusunda yardımcı olmayı amaçlıyor. Ancak ne yazık ki bu konuda kafaları kurcalayan birçok nokta bulunuyor.

Salım Ticareti Düzenegi

Bu düzenek, belirlenen tutarlardan daha az sera gazı salımı gerçekleştiren Ek 2 taraflarına, salım izinlerinin bir bölümünü Ek 1 taraflarına satma olanağı tanıyor. Ancak salım ticareti, salımların bir taraftan ötekine aktarılmasına izin verse de toplam salımlar daha önceden kararlaştırılmış toplam salımdan çok olamaz. Ayrıca salım ticareti, ancak salımları azaltma ya da sınırlandırma amacıyla yapılan yerel etkinliklere ek olarak gerçekleştirilebilir. Haklarını satan ülkelerin, elde edecekleri pa-



rayla, salımlarını azaltma yolunda yatırım yapacağı öngörülüyor. Ancak Protokol'de bir taraf ülkenin kendisine ayrılmış tutarı aşması durumunda uygulanacak hiçbir yaptırımdan söz edilmiyor. Bu da bu düzenek gündeme geldiğinden beri, günün birinde salım ticaretinde istenmeyen durumların olması halinde büyük bir belirsizlik olacağına habercisi kabul ediliyordu. Bununla birlikte, salım ticaretine güvenerek ülke içinde salımların artışına izin verilmesi olasılığına da dikkat çekiliyordu. Şu anda satabilecekleri salım hakları bulunan kimi ülkelerin, daha sonraki yükümlülük dönemlerinde indirim yükümlülüklerinin ve enerji taleplerinin artması durumunda, bunları karşılayacak satılık haklarının kalmaması da doğabilecek kötü sonuçlardan. Salım ticaretine güvenerek yaşamayı seçen ülkelerin, bu tür darboğazlarda olumsuz rekabet koşulları yaratma olasılıkları da bulunuyor elbette. Salım ticaretiyle ilgili en önemli sorunlardan biri de "sıcak hava" olarak adlandırılan durum. Sıcak hava, bir ülke için belirlenen sera gazı salım miktarının o ülkenin salacağı öngörülen gerçek miktarın altında kalması durumuna verilen ad. Örneğin, Rusya Federasyonu ve Ukrayna'nın sera gazı salımları Protokol yükümlülüklerinin çok altında. Eğer Protokol'de salım ticaretine izin verilmeseydi, Rusya Federasyonu ve Ukrayna başka ülkelere salım haklarını satmayacaklardı ve atmosfere fazladan sera gazı salınmayacaktı. Bu sayede gelişmiş ülkelerin toplam sera gazı salımları 1990 düzeyinden yaklaşık % 7-12 daha az olacaktı. Ne var ki birçok gelişmiş ülke salım ticaretine sıcak baktığı için şimdilik bu düzeneğin kaldırılması olası görünmüyor. Bu nedenle salım ya da sıcak hava ticaretinin olabildiğince sınırlandırılması gerekiyor. Hem fazla salım hakları olan satıcılara bir satış sınırı, hem de alıcılara yerli indirimlere öncelik vermelerini gerektirecek biçimde alış sınırı getirilmesinin şart olduğu söyleniyor.

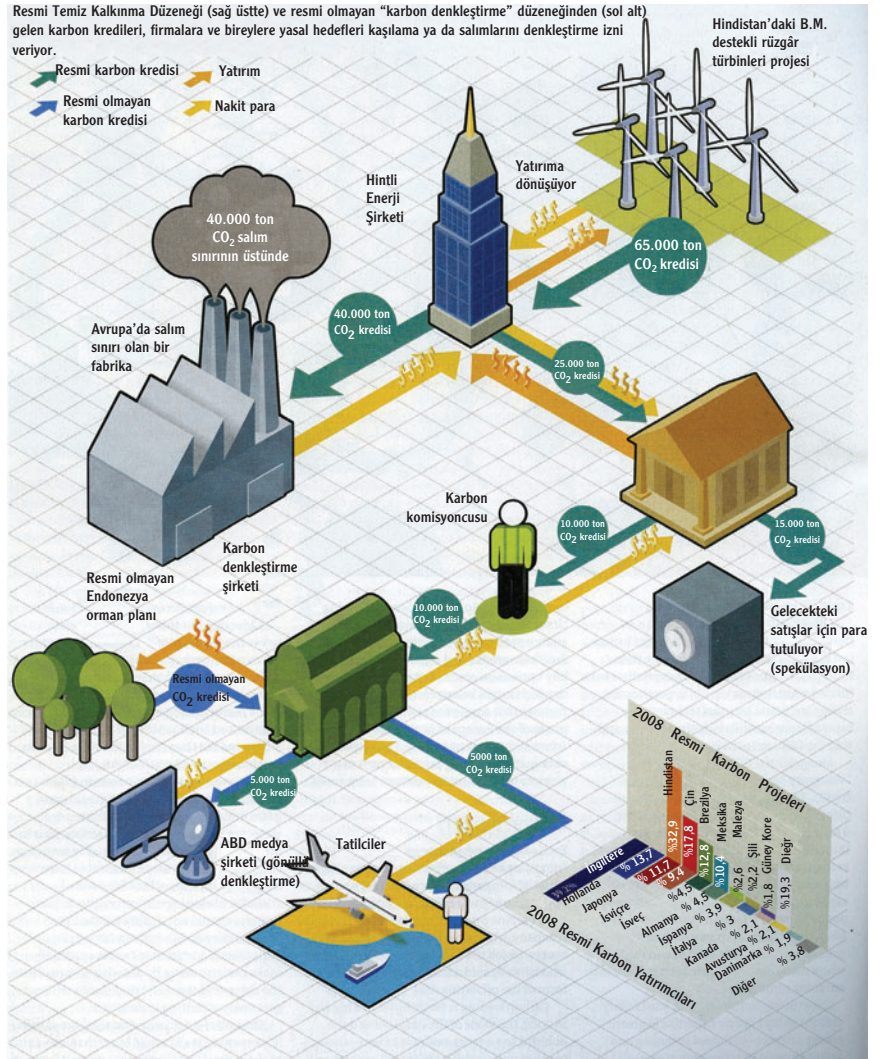
Düzenekler İşe Yarıyor mu?

Her ne kadar Protokol sera gazı salımını sınırlandırmak için birçok yaptırım ve düzenek barındırsa da özellikle



ABD, Avustralya ve Kanada gibi iklim değişiminde kilit rol oynayan ülkeler, kendilerine pahalıya mal olacağı ve siyasi olarak kimi sıkıntılar doğuracağı düşüncesiyle Kyoto Protokolü'nün yaptırımlarından uzak duruyor. Bu nedenle de öteki ülkeler tüm yaptırımları yerine getirse bile Protokol gereği alınan önlemlerin toplam etkisi istenen düzeye çıkamıyor. Bununla birlikte Kyoto'da öngörülenin tersine, tüm ülkeler sera gazları salımı konusunda kendi stratejilerini geliştiriyor. Bu kadar çok ve farklı planın varlığıysa, salım yönetimi

konusunda en etkili yolu bulmada belirsizliklere neden oluyor. ABD'nin Kyoto Protokolü'nü imzalamamış ve yaptırımlarına kulak asmayacağı, Avrupa Birliği'ni (AB) düzenlemeler konusunda geniş kapsamlı bir planın izlenmesinde etkin güç haline getirdi. AB ülkeleri binalarda kullanılan enerjiden kaynaklanan ve taşıtların yol açtığı salımı azaltmak için özellikle enerji verimliliği konusuna ağırlık veriyor. Bunun dışındaki sera gazı salımlarıysa, elektrik santrallerini de içeren "sanayi salımı" üreticilerine ait. Bunlar sayıca az, ama etkileri büyük olduğu için kontrollerinin de kolay olduğu düşünülüyor. Bunun için başvurulan uygulamaysa, salım ticareti düzeneği. Aslında bu model, 1990'lı yıllarda asit yağmurlarına yol açan en önemli aktörlerden biri olan kükürt dioksit miktarını azaltmak için ABD'de uygulanmış olan modelden esinlenilerek düşünülmüş. AB'de uygulanan modele göre, hükümetler fabrikalara salım kredisi verebi-



liyor. Her bir krediyse, 1 ton karbon dioksit salımı izni anlamına geliyor. Krediler sera gazı salımına yol açan üreticilere, ülkenin tayin ettiği tavan salım miktarının göz önünde bulundurulduğu bazı hesaplamalar sonucunda, sınırlı miktarlarda veriliyor. Şirketler de salım miktarını azaltıp elde ettikleri fazladan krediyi satmanın mı yoksa açık pazara çıkıp başka şirketlerden kredi satın almanın mı kendileri için daha ucuz geleceğini hesaplıyor.

Şirketler ve hükümetler ayrıca Temiz Kalkınma Düzeneği sayesinde Rusya ve eski Doğu Bloku ülkelerinde kredi sistemini başlatacak olan benzer başka planlara da para yatırabiliyor. Ancak salım azaltımı pahalya mal oluyorsa, izin talepleri ve dolayısıyla kredi fiyatları da artıyor. Tabii CO₂ salımını azaltacak ucuz maliyetli teknolojiler geliştirildiğinde ya da ekonomik durgunluğa bağlı olarak üretimin ve dolayısıyla salımın azalması durumunda, fiyatların düşmesi de olası. AB toplam izin sayısını sınırlayarak, pazarda fiyat dengesi

oluşuncaya dek kirlilik düzeyini sabit tutmaya çalışıyor. 2005'te başlayan bu deneme süreci 2007 sonunda bitti. Bundan sonra neler yaşanacağıysa büyük bir merak konusu. Sonuçta karbon piyasası da yeni ve özel yasalar gerektiren öteki piyasalar gibi, siyasi tercihlere göbeğinden bağlı. Siyasetçiler ve ilgili sanayiciler, bu konuda yeni vergilerin getirilmesinden, salım ticareti piyasasının yaşatılması konusunda ısrarcılar; umutları politik sistemlerin daha çok serbest kredi vereceği yönünde. Oysa tam tersine yeni vergiler, yeni maliyetler anlamına geliyor.

Piyasa Dünyaya Yayılıyor

Her piyasa gibi karbon piyasasının da bir karaborsası oluşmuş bile. Geçmişte bazı ticaret sistemlerinde açık artırma ile kredi satışları gerçekleştirildiği biliniyor. Ancak içlerinde kömür madeni şirketlerinin ve kömürle çalışan

elektrik santrali sahiplerinin de bulunduğu "büyük karbon" örgütü buna izin vermemekte kararlı. AB hükümetleriyse, kredinin büyük bölümünün halihazırdaki CO₂ salımına yol açanlara bedava verilmesi konusunda fikir birliğine vardı. Aslında bu çok da alışılmadık bir durum sayılmaz; ABD'de iklim konusunda önerilen yasaların birçoğu da aynı şeyi söylüyor. AB'nin kredi dağıtım yöntemi de bir yerde politik olarak uygun bir karar gibi görülebilir. Tersi durumda, büyük kömür lobilerinin piyasada ilerlemeyi engellemesi olasılığı bulunuyor. Bu sayede piyasaya başka şirketlerin de girmesi ve böylece piyasanın canlanması sağlanmaya çalışılıyor. Ancak bütün krediler dağıtılsa, bu kez de çok miktarda karbon salımı yapan eski teknoloji sahibi şirketlerin büyük tehlike haline gelebileceğinden çekiniyor. Gerçekte AB şu kısacık salım ticareti tarihinde bu tür sorunlarla birçok kez karşı karşıya kaldı bile. Hükümetlerin kimi zaman çok da adil olmayan kararlar verdiği düşünülüyor. Ör-

Ne Kadar Sorumluyuz?

Hükümetler, enerji santralleri, sanayiciler... Küresel ısınmaya yol açan etkinliklerin birçok sorumlusu var. Peki, bireysel olarak bizim hiç etkimiz yok mu bu işte? Her ne kadar bizim bireysel "katkılarımız" bu süreçte devede kulak kalsa da dünyanın nüfusu düşünüldüğünde görmezden gelinmeyecek bir etki olduğu ortada. Gerçi bütün dünya nüfusunun bu işteki payını da aynı kefeye koymak doğru olmaz. Bir ABD'li yılda ortalama 20 ton CO₂ salımına yol açarken bir Çinli'nin yıllık ortalaması 4,8 ton. Yine de bu miktar her geçen gün bütün ülkelerde artma eğilimi gösteriyor. Bu nedenle ortalama bir gelişmiş ülke vatandaşının CO₂ salımına katkılarını göz önüne alarak kendi bireysel katkımızı aşağı yukarı tahmin edebiliriz.

İki kişinin yaşadığı tipik bir "batılı" evde elektrik tüketimi yılda ortalama 20.000 kw/s yani bu, 5 ton CO₂ salımı anlamına geliyor. Kişi başına düşen yaklaşık 2,3 ton CO₂'nin 1,2 tonu ısınma, 0,4 tonu yemek pişirme ve sıcak su sağlama, 0,7'si de aydınlanma ve elektrikli ev aygıtlarını çalıştırmak için salınıyor. En büyük kalem ısınma olduğundan, evlerimizde yalıtımı iyileştirerek ve kışın termostatları 2°C düşürerek salımı %40 oranında azaltabileceğimiz söyleniyor. Evdeki en çok enerji tüketen



aygıtlar buzdolabı, çamaşır kurutma makinesi, bilgisayar ve aydınlatma araçları. Bilgisayarı uyanık olduğumuz saatlerde açık bırakıp geceleri kapatsak bile yılda 0,4 ton CO₂ salımına yol açıyoruz. Oysa enerji tasarruflu bir dizüstü bilgisayarı kullanmak 0,2 ton daha az CO₂ salımı sağlıyor. Yeni kuşak enerji tasarruflu ampüllerden 25 adet kullanarak da yılda 0,25 tonu kurtarabiliriz. Televizyonu fişten çekmeden "standby" konumuna getirip kapatmak yılda 0,06 ton CO₂ salımına yol açıyor. Televizyonla birlikte öteki elektrikli aygıtları da kullanmadığımız zamanlarda fişten çekmekse, bize yılda ortalama 0,1 ton kazandırıyor. Bir yan-

dan trafikten şikâyet edip bir yandan da araba sahibi olmaya çalışmanın da bu süreçte yeri var elbette. Bir binek arabasının ortalama 1,2 kişi taşıdığı varsayılırsa, kişi başına kilometrede 180-556 g CO₂ saldığı söylenebilir. Bu miktar aracın boyutu, motoru ve harcadığı yakıt miktarına göre değişiklik gösteriyor. Daha küçük, dizel ya da LPG'li araç kullanımı, salımı yılda araç başına 0,4 ton azaltıyor. Aracın klimasını çalıştırmamak 0,1 ton kazandırırken, aracı yakıt tüketimi açısından en verimli hızda kullanmak yılda 0,2 ton daha az salım yol açacağımız anlamına geliyor. Ama bunların ötesinde, işe toplu taşıma araçlarıyla gidip gelmek bile 1500 km'de 0,5 ton daha az salım yapmamızı sağlayabilir.

En masum görünen yiyecek tüketiminin bile CO₂ salımındaki etkisini hafife almamak gerekiyor: Kişi başına yılda ortalama 2 ton. Buradaki en büyük pay, yiyecek dışalımı ve hayvansal gıdalar için yapılan harcamalarda. Yiyecek dışalımında, bu yiyeceklerin ülkeden ülkeye yolculukları CO₂ salımına katkıda bulunurken et, süt ve süt ürünleri için beslenen hayvanlara verilen yem üretimi çok enerji gerektiriyor. Bu durumda vejeteryan olmak yılda ortalama 1 ton daha az CO₂ salımına yol açmak anlamına geliyor. Ayrıca paketlenmiş, teneke kutuda, işlenmiş ya da ithal gıdalar tüketmek de CO₂ salımını artırıyor. Bununla birlikte, CO₂ salımını yılda 2 ton azaltarak karbon ayak izimizi yılda ortalama 8 ton azaltmak olası.

neğin, Alman hükümeti kömür sanayii- ni korumaya yönelik bir tavır sergiledi- ğinden, kömür yakıt kullanan elektrik santrallerine çok fazla serbest kredi da- ğıttığı söyleniyor. Belirli kurallar çer- çevesinde istediğine istediği kadar kre- di vermesi o kadar da garipsenecek bir durummuş gibi algılanmayabilir. Ancak bu santrallerin kredi bedelini fiyatlara yansıtması pek kabullenilebilir bir dav- raniş değil. Böylece yol açmış oldukları karbon salımının bedelini hiçbir zaman ödemek zorunda kalmadıkları gi- bi, bunu da tüketicinin sırtına yükleye- biliyorlar. Benzer uygulamalara Hol- landa, İspanya ve İngiltere gibi başka ülkelerde de rastlanıyor. Deneme süre- ci olan 2005-2007 arasında piyasada yaşanan bu şaşkınlık nedeniyle, CO₂'nin 1 tonu başlangıçta 40 dolardan 1 dolara düştü. Bu değer düşüşünün, AB hükümetlerinin piyasaya çok fazla salım izni vermesinden kaynaklandığı düşünülüyor. Bu sorunla başedebilmek için AB, bir sonraki dönem olan 2008-2012 arasında fiyatları 30 dolara çek- mek için vidaları sıkma kararı aldı. Bu ikinci evrede üye ülkelere salım mikta- rı konusunda çok daha katı kurallar uy- gulanılacağı söyleniyor. Hatta 2013'te başlayacak olan üçüncü dönemde salım izinlerinin azaltılacağı AB'de hedef, ti- cari salım iznini 1 milyon 974 bin tona indirebilmek. Bu miktar şu anda yıllık 2 milyon 80 bin tonken, 2020 hedefi 1 milyon 720 bin tona çekmek. Bu, AB'deki salım ticareti düzeneğinin tüm katılımcılarının salım miktarlarını 2005'teki düzeylerinin % 21 altına in- direcekleri anlamına geliyor. Bu du- rumda salım izinlerinin fiyatları iyice ar- tacağından, şirketlerin alternatif enerji kaynaklarına ve karbon tutma ve de- polama gibi temiz enerji teknolojilerine yöneleceği umuluyor.

AB deneyimi gösterdi ki öteki tüm piyasalar gibi, salım ticareti piyasası da kendiliğinden yeşermiyor. Ekonomi ta- rihçileri, piyasaların temelinde mülkiyet haklarını tayin edecek, piyasayı gözle- yecek ve yaptırımları uygulatacak güç- lü kurumlara gereksinim duyulduğunu belirtiyor. AB ülkeleri kendi piyasala- rındaki sorunlarla uğraşadursunlar, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkeler, salım ticareti düzeneğinin önünde en büyük engeller olarak yer- lerini almaya hazırlanıyor. Sanayileri fo- sil yakıtlara dayanan bu ülkeler için şu

anda ekonomik büyüme, iklim değişi- minden daha büyük öncelik taşıyor. Bu ülkelerde CO₂ salımı artışı oranı, gelişi- miş dünya oranının üç katına yükseldi bile. Önümüzdeki on yıl içinde gelişi- mekte olan ülkelerin toplam çıktısının sanayileşmiş Batı'yı yakalayacağı söyleniyor. Çin daha şimdiden tek başına en çok salım gerçekleştiren ülke. Ancak işin "iyi" yanı, bu ülkelerin sanayileri- nin eski teknolojilere dayanması. Bu da en azından kuramsal olarak, daha az maliyetli ve salım kontrolü sağlayan ye- ni teknolojilerin buralarda uygulanabi- leceğini gösteriyor. Yine de gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkeleri, tümüyle açık uluslararası bir salım ticareti dü- zeneğine dahil etmeye çalışmak pek akıllıca görünmüyor. Bu ülkeler ekono- mik sınırlamalar nedeniyle, salım dü- zeyini azaltma konusunda daha gevşek kurallar talep edecek. Bu da küresel pi- yasada salım kontrolü çabalarının he- defini bulmasını engelleyecektir.

Beyaz mı Siyah mı?

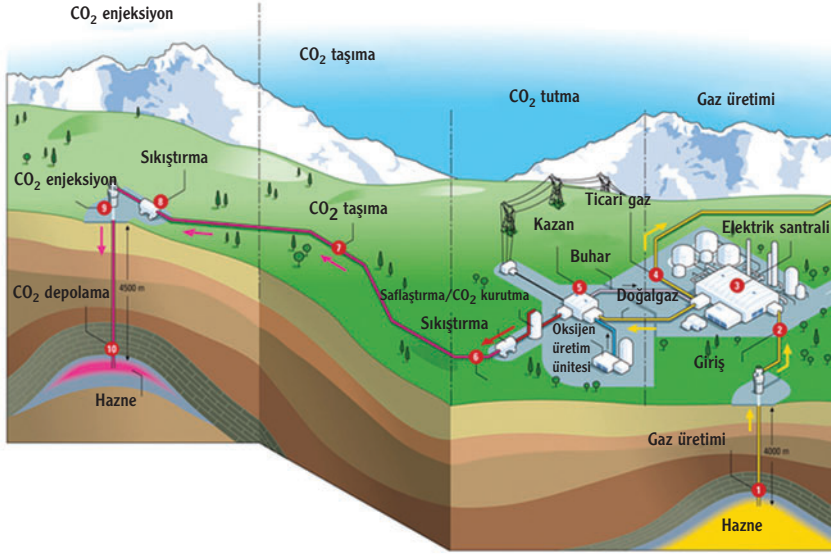
Gerçekte temiz kalkınma düzenek- lerinin, tüm karbon piyasasına gölge düşüren karanlık bir yanının bulundu- ğunu da söylemek gerek. Yatırımcılar çoğu zaman, daha temel çözümlere yö- nelmek yerine "end of pipe" adı verilen ve üretimin son noktasında devreye gi- ren teknolojilere başvurmayı daha ucuz ve uygun buluyor. Örneğin, temiz kal- kınma düzeneği kredilerinin neredeyse üçte biri, HFC-23 (trifluorometan) gazı kontrolünün amaçlandığı projelerden kaynaklanıyor. Bir yan ürün olarak çı-

kan HFC-23 gazının CO₂'den 12.000 kat daha güçlü etkisi var. Ancak gelişi- miş ülkelerde HFC-23'ü durdurmanın en uygun yolunu bulmak bir sorun. Sa- nayileşmiş ülkelerdeki neredeyse tüm fabrikalarda, kimyasal maddeleri uzak- laştırmak için ucuz tesisler kurulmuş ve yeni gelen şirketler de bunu benim- siyor. Oysa gelişmekte olan ülkelerde üreticiler, bu tesisleri kurmaktan ka- çınmanın kendi salım taban değerlerini artıracaklarını keşfetmiş. Böyle davran-arak cömert temiz kalkınma düzeneği kredilerini de kapıyorlar. Bu da piyasa fiyatlarına yansıyor elbette. Sonuçta HFC-23'ü uzaklaştırmak için 136 mil- yon dolar yeterli olabileceken yatırımcı- ların bu projelerden 2012'ye kadar toplam 12,7 milyar dolar elde edeceği söyleniyor. Ülkeler için HFC-23 ve öte- ki sanayi gazlarıyla başa çıkmada en uy- gun yaklaşım, yalnızca ve doğrudan ge- rekli donanımın sağlanması gibi görü- nüyor.

Anlaşılan o ki gelişmekte olan ül- kelere iyileştirilmiş de olsa temiz gelişi- me düzeneklerini uygulamaya çalış- mak, geri tepecek. Daha etkili strateji- ler arayan araştırmacılara göre bu ül- kelerin kendi durumlarına odaklanmak daha mantıklı. Örneğin, Çin enerji ve- rimliliğine çok önem veriyor. Çin'in, enerji verimliliğini artırmaya yönelik olarak alacağı önlemler sayesinde, 2020'de CO₂ salımını yılda 1 milyar ton kadar azaltabileceği düşünülüyor. Ya- pılan hesaplara göre nükleer enerjiye yönelen Hindistan'ın da karbon salımı- nı yılda 150 milyon ton azaltabileceği söyleniyor. AB'nin Kyoto hedeflerini



Karbon Tutma ve Depolama



karşılama üzere yaptığı çalışmalar yılda 200 milyon ton, öteki temiz gelişme mekanizmaları projeleri de yılda 170 milyon ton azaltım sağlayacak.

Karbon Tutma ve Depolama

Karbondiyoksit salımlarıyla savaşta alternatif yöntemlerden biri de karbonun, atmosfere gönderilmeden fabrika bacasında tutularak depolanması. Tutulan CO₂ jeolojik yapıların içine enjekte ediliyor, ancak uzun dönemli depolama işi şimdilik çok yaygın uygulanamıyor.

Karbon tutma ve depolama işlemi herhangi bir modern fabrikada uygulanabilir. Bu sayede atmosfere salınan CO₂ miktarının %80-90 oranında azaltılabileceği söyleniyor. Ancak CO₂'yi tutmak ve sıkıştırmak fazladan enerji, dolayısıyla ek yakıt gerektiriyor. Bu da fabrikanın enerji maliyetlerini artırıyor elbette. Bir de depolama alanına uzaklık eklenince oldukça pahalıya gelen bu işlem, fabrikaların depolama alanlarına yakın yerlerde kurulmasını şart koşuyor.

Karbon depolama işlemi üç değişik biçimde yapılabilir: Derin jeolojik oluşumların içinde, okyanus diplerinde ve karbonat minerali biçiminde. Jeolojik oluşumların içinde depolama işlemi, şu anda en kolay uygulanabilir yöntem gibi görünüyor. Ayrıca bu yöntemle en az 2000 Gt (gigaton -milyar ton) CO₂'nin depolanabileceği söyleniyor. Karbon dioksit depolanan jeolojik yapı ya da olu-

şumlar daha çok derin tuz yatakları, işlenmiş petrol ve gaz yataklarıyla, işlenmiş kömür madenlerinden oluşuyor. İnsan etkinlikleri nedeniyle yılda ortalama 30 Gt CO₂ salındığı düşünülürse, bu hiç de fena bir miktar değil. Hükümetlerarası İklim Değişimi Paneli'nin öngörülerine göre, 2100'e kadar karbon tutma ve depolama yöntemi, tüm karbon salımı azaltma çabalarının %10-55'ini karşılayacak potansiyele sahip.

Karbondiyoksiti depolayabilmek için önce, atık olarak atmosfere salınan baca gazından CO₂ tutma işleminin gerçekleştirilmesi gerekiyor. Bu işlem, yakma öncesi, yakma sonrası ve yakıtı oksitlendirme adı verilen üç değişik sistemle yapılabilir. Yakma öncesi CO₂ tutma sisteminde yakıt, hidrojen ve karbon monoksit karışımı bir gaza dönüştürülüyor. Bu karışımdan alınan karbon monoksitin buharla işleme tabi tutulmasıyla CO₂ ve hidrojen elde ediliyor. Hidrojen CO₂'den ayrılıyor ve gaz türbininde yakılıyor. CO₂ ise hidrojen gaz karışımından emici bir sıvı çözücü ya da CO₂'yi yüzeyde tutan bir katı madde yardımıyla çekiliyor. CO₂'nin yeniden serbest bırakılmasıysa, ısıtma ya da basıncı azaltarak oluyor. Başka bir sistem olan yakma sonrası CO₂ tutmada, yakma işleminden sonra bacadaki gazın içinde bulunan CO₂, atık gazın amin çözeltilisiyle işleminden geçirilmesiyle tutuluyor. Yakıtı oksitlendirme sistemindeyse, yakma işlemi için zenginleştirilmiş ya da saf oksijen kullanılıyor. Böylece baca gazındaki CO₂ yoğunluğu artırılıyor ve ayrıştırma işlemi kolaylaşmış oluyor. Bunların hepsi pahalı

ve büyük ölçekli santrallerde uygulanması şimdilik zor olan sistemler. Bu sistemlerden biri kurulduktan sonra, farklı CO₂ tutma teknolojileri için içine giriyor.

Tutulmuş CO₂, yüksek basınç altında sıkıştırılıyor ve yoğunluğu artırılıyor. Böylece taşınması kolaylaştırılan gaz, tuz, petrol, doğalgaz ve kömür yataklarına, okyanus ve derin deniz diplerine ya da yeraltındaki geçirgen olmayan kayalara enjeksiyon yöntemiyle gönderiliyor. Tutulan CO₂ sınırlı da olsa endüstriyel kullanım alanları bulabiliyor. Şu anda tüm dünyada CO₂ tutma, taşıma ve depolama işini içeren üç büyük proje yürütülüyor. Bunlardan ilki, Norveç Slepner açık deniz doğal gaz projesi, ikincisi Kanada'daki Weyburn petrol zenginleştirme projesi, sonuncusuyorsa Cezayir'deki In Salah doğal gaz projesi. Norveç'teki proje, CO₂'nin derin deniz tuz yataklarına depolandığı ilk proje olması bakımından önem taşıyor. Bu üç projeye de yılda 1-2 milyon ton CO₂'nin tutulacağı ve depolanabileceği söyleniyor.

Görünen o ki bu iki yıllık deneme süreci, kendinden bekleneni yerine getirmek konusunda pek de başarılı olabilmemiş değil. Elbette bu durumun çok çeşitli ve belki de karmaşık nedenleri olabilir. Ancak bu dönem, en azından ülkelerin özellikle de AB'nin önünü daha net görebilmesi açısından önemli ipuçları sağlamış durumda. Bundan sonra alınacak önemler ve geliştirilecek düzenekler, yaşanmış olan olumsuzluklar göz önünde bulundurularak yaşama geçirilmeye çalışılacak.

Elif Yılmaz

Bu yazının hazırlanmasındaki katkıları için İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Dr. Mikdat Kadioğlu'na teşekkür ederiz.

- Kaynaklar:**
 Türkeş M., "İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları", Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu, Ekim 2002.
 Türkeş M., Sümer U., Çetiner G., "Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları" (<http://www.meteor.gov.tr/2003/arge/iklimdegis/iklimdegis8.htm>)
http://www.euas.gov.tr/_EUAS/Images/Birimler/bulten/4.04.7%20Karbondiyoksit%20Tutma,%20Nakliye%20ve%20Depolama.pdf
 Victor D.G., Cullenward D., "Making Carbon Markets Work", Scientific American, Aralık 2007
 "Fundamentals of Carbon Capture and Storage Technology", The Petroleum Economist Ltd, Londra 2007
 Pearce F., "Why Bother Going Green?", New Scientist, 17 Kasım 2007
 Broome, J., "The Ethics of Climate Change", Scientific American, Haziran 2008
 Schiermeier, O., "Europe Spells Out Action Plan For Emissions Target", Nature, 31 Ocak 2008