

Direkt karbon yakalama teknolojisi ve karbon döngüsü

Jeolojik Araştırmalar Derneği, İl. Başkan

@ZeynepYildizel



Geçtiğimiz süreçte "direct air capture" teknolojisi ile bir şirketin yılda 900 ton CO₂'i havadan tekrar geri alıp seracılık gibi başka kullanım alanlarında kullanılmak üzere depolayabileceğini anlatan bir haber "İsviçre'de atmosferden karbondioksit emen santral kuruldu" başlığı ile yayınlanmıştır.

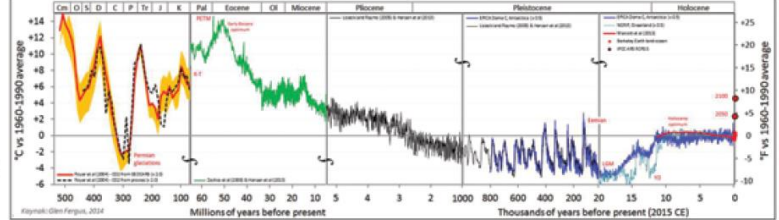
Bu bizim gibi petrol ve doğal gaz arama üretim işi ile uğraşanlar için çok dikkat çekici öneme sahip gibi durmaktadır. Çünkü bu habere konu olan teknoloji, beklendiği gibi fosil yakıt devrinin, büyük suçlarına rağmen sürdürülmesine olanak tanıyacaktır. Aslında bugüne kadar petrol ve doğal gaz üretimi yapıpılır rezervuardan CO₂ geliyorsa, üretim tesisinde ayrıştırılıp, özellikle rezervuar basıncını dengelemek için tekrar rezervuara basılmaktadır.

Dolayısı ile CO₂ toplamak ve başka yöne yönlendirmek büyüü bir teknoloji olmamakla beraber, bunun atmosferin temizlenmesi için yeni uygulama yöntemlerinin geliştiriliyor olması ve atmosferdeki CO₂ emerek karbon emisyonunu azaltacak bir teknoloji olması, haberi önemli hale getirmiştir. Aslında bu gibi teknolojiler üzerine uzun zamandır çalışılmaktaydı; ancak bu teknolojiyi anlayabilmek için dünyanın kendi doğal karbon döngüsünden biraz bahsetmek istiyoruz.

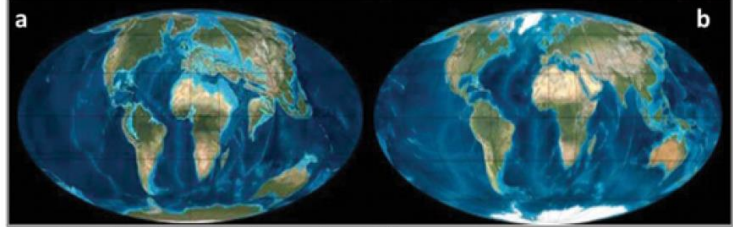
Son zamanlarda en önemli konu haline gelen iklim değişiklikleri jeolojik devirlerde defaeten meydana gelmiştir. Jeoloji bilimi bunun kayıtlarını bulmakta ve incelemektedir. Yani iklim değişiklikleri ve popüler ismi ile "sera çağı buzul çağı" biz jeologlar için çok da yeni kavramlar değildir. **Şekil 1** kayıtlarını bulabildiğimiz tüm jeolojik devirlerdeki iklim değişikliklerini göstermektedir. Yatay eksen solda 542 milyon seneden günümüze kadar gelen zamanı ve dikey eksende günümüzün sıcaklığını referans alarak sıcaklık değişimlerini göstermektedir.

Aslında tüm jeolojik zamana bakacak olursak dünyanın daha sıcak, günümüze göre +14°C daha fazla sıcaklıkta olduğu dönemler mevcuttur. Ancak son yıllarda sürekli konuşulan ve de sıcaklık artışını +2°C tutmamız

Şekil 1: Dünya'nın Jeolojik Devirlerindeki Sıcaklık Değişimleri



Şekil 3: Günümüzden 50 Milyon Yıl Önceki Sera Çağı ve Günümüzdeki Buzul Çağı Coğrafyası



a: Sera Çağı, günümüzden 50 milyon yıl önceki Dünya

b: Buzul Çağı, günümüzdeki Dünya

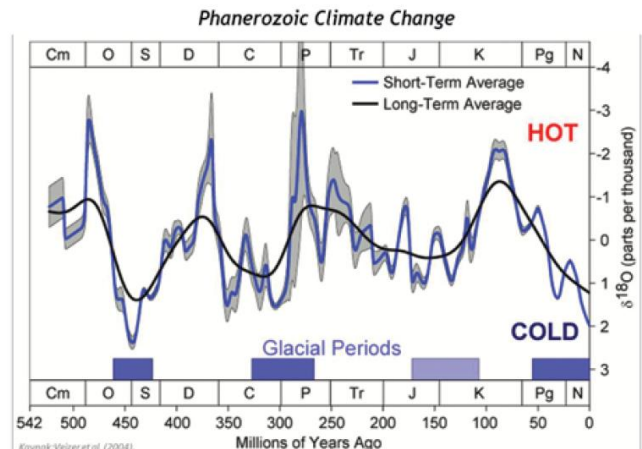
gerekliliği, doğanın yok olması ile ilgili değil, insanlığın sanayileşme ile birlikte kurduğu hegemonyası altındaki yaşam alanlarının yok olması ile ilgilidir.

Şekil 2 ise yukarıda yapılmış sıcaklık ölçümlerine göre dünyada ki, 542 milyon senelik sera ve buzul çağlarını göstermektedir. Yatay ekseninde milyon yıllar ve dikey ekseninde ¹⁸O izotopu ölçümü yer almaktadır. ¹⁸O izotopu ölçümü dolaylı olarak suyun sıcaklığını vermektedir. Şöyle ki: foraminifera olarak isimlendirilen planktonların kabuğu CaCO₃'tan (kalsiyum karbonat) meydana gelmektedir. Bu fosillerin kabuğundaki ¹⁸O izotopu ölçümü fosilin yaşadığı ve kabuk yaptığı devirdeki su sıcaklığını vermektedir.

Bir foraminifera kabuğundaki ¹⁸O miktarı düşerse küresel anlamda bir sıcaklık artışı söz konusu demektir. Her bir milyondaki ¹⁸O izotopu değişimi yaklaşık 4°C lik bir ısı değişimine karşılık gelmektedir. Bunun bilimsel izahatı burada ana konudan uzaklaşmaya neden olacağı için yapılmamıştır.

Ancak jeolojik devirlere bakacak olursak 450 milyon sene, 300 milyon sene, 150 milyon sene ve son 50 milyon sene jeolojik devirlerdeki buzul çağını (şekilde mavi ile işaretlenmiş dönemler) ve aradaki dönemler de sera çağlarını göstermektedir (**Şekil 2**). Sera çağı olarak adlandırılan dönemlerde dünyada hiç buzul kütlesi

Şekil 2: Dünya'nın Jeolojik Devirlerindeki Buzul Çağı Dönemleri



yoktur (Şekil 3). Yani sera çağlarında kuzey kutbunda Arktik ve güney kutbunda Antartika buzulları yoktur ve tamamen erimiş buzullar nedeni ile hem dünya su seviyesi çok yüksektir hem de buzullarda hapsedilmiş CO2 atmosfere karışmıştır.

Atmosferdeki CO2, H2O ve CH4 gibi gazların oranı çok yüksektir. Bu dönemde deniz suyu ısı tropik bölgelerde 28°C ve kutuplarda 0°C'dir (Şekil 3). Atmosferdeki CO2 ve sera gazları oranı öyle bir yüksek orana erişir ki, artık güneş ışıkları dünyayı ısıtmak için yeryüzüne çarpamaz ve dünya soğuma etkisi altına alır. Soğuma devam ederken sudaki CO2 buza katılır ve buz kütlesi daha çok buz kütlesi oluşmasını tetikler.

Sudaki CO2 azaldığı için atmosferdeki CO2 suda çözünmeye başlar ve sudaki bu CO2 daha çok buz oluşmasına sebep olmaktadır.

Bu süreç devam ederken atmosferdeki CO2 oranı azaldığı için giderek daha fazla güneş ışığını dünya yüzüne değermesine ve ısının artmasına ve tekrar sera çağına dönmeye etki etmektedir. Tabii ki burada bir kaç cümle içerisinde sığdırabildiğimiz bu sera çağı- buzul çağı döngüsü aslında 100 milyonlarca sene sürmektedir (Şekil 2). Dünyamız günümüzde buzul çağındadır ve CO2 emisyonları ile hızla sera çağına doğru evrilmektedir (Şekil 3).

CO2 ise en çok okyanus ortası sırtları (mid oceanic ridge), volkan patlamaları ve açılma tektoniğinin oluşturduğu fay sistemleri ve canlı yaşantısı ile üretilmektedir (Şekil 4).

Ancak günümüzdeki iklim değişikliklerini hızlandırın durum ise sanayileşme ile birlikte artan karbon salınımıdır (Şekil 5). 1750 yılında atmosferde 280 ppm (parts per million) olan CO2 miktarı 2017 itibarı ile 409 ppm miktarına ulaşmıştır.

NASA'nın verilerine göre insan eli ile üretilen bu ekstra karbonun %55'i okyanus ve bitkiler tarafından emilmekte iken, %45 atmosferde kalmaktadır.

Atmosferdeki bu fazla karbon gezegenimizin daha hızlı bir şekilde ısınmasına neden olmakta ve

sera çağına geçişi hızlandırdığı gibi, okyanuslardaki fazla karbon da okyanus suyunu asidik hale getirip okyanus canlılarını tehlikeye atmaktadır. Tehlike bu kadarla da kalmayıp insanlığı için de önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Eğer iklimi kontrol altında tutamazsak; ki bir jeolog olarak bunun imkansız olduğunu ve jeolojik devirlerde insan eli ile yapılmadığı kesin olan atmosferdeki CO2 konsantrasyonun çok arttığı ve sonuç olarak önemli sıcaklık artışlarının yaşandığı dönemler olduğu gerçeğini belirtmem gerekir, dünyanın sahil şeridindeki ve kimi yerlerde iç kısımlara kadar olan yaşam alanlarımız sular altında kalacaktır. Sera çağına yani buzulların tamamen erimesi dönemine girişi kendimiz hızlandırsak yükselen su seviyesi ile kurduğumuz bir sürü şehri kaybedeceğiz.

Fakat, esas sorun sular altında kalan bu şehirlerde yaşayan insanları nereye yerleştireceğimizden ziyade yükselen sular altında kalan önemli miktar tarım alanı nedeni ile dünya nüfusunu nasıl besleyeceğimizdir. Ülkemiz bu konuda görece şanslı olsada, tarımın önemini henüz kavrayamamıştır.

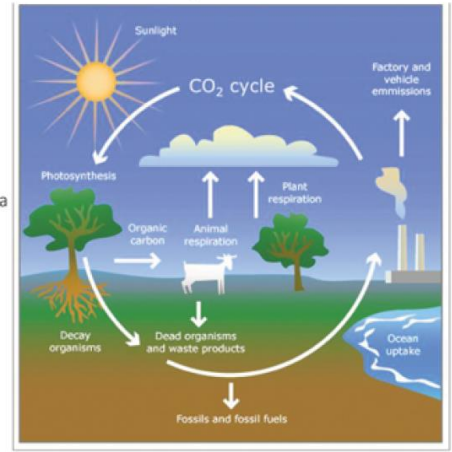
Gerçekte, şehirler, sanayi tesisleri vs. gibi önemli ekonomik kayıplarımızdan çok kaybedilen tarım alanları nedeni ile dünya nüfusunun açlık ve diğer tehlikeler ile karşı karşıya kalacağı hep göz ardı edilmektedir.

Bu kadar bilimsel gerçeği anlattıktan sonra; kim bilir belki bir çoğunuz üstteki paragrafı okumadan bu paragrafa geçmişsinizdir; gelelim CO2 konsantrasyonunun endüstrileşme ile birlikte artmasının, insanı ve doğayı tehdit etmesinin önüne geçmek için teknolojik sınırları zorlamak zorunda kalarak bulduğu çözümlerden biri olan "direct carbon capture" teknolojisine.

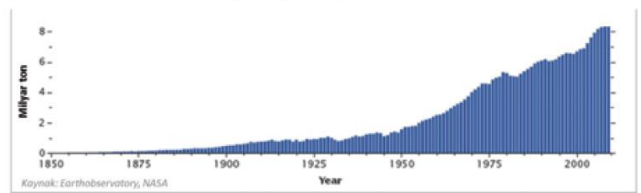
Direkt karbon yakalama (DKY) teknolojisi olarak Türkiye'ye çevirebileceğimiz bu teknolojiye amaç, havadaki yani atmosferdeki büyük miktarlarda CO2 yakalayıp, ayırıp başka bir amaçla kullanılmak

üzere depolanmasıdır. Yani bir nevi yapay ağaç gibi işlemektedir. Hepimizin bildiği gibi bitkiler fotosentezle havadaki CO2 alır ve havaya oksijeni geri vererek havayı temizlemektedirler. Direkt Karbon Yakalama teknolojisi CO2 bağlayan birtakım kimyasallar kullanarak CO2 yakalayıp, geri kalan CO2'den arındırılmış havayı tekrar atmosfere göndermektedir. Günümüz denizaltılarında hali

Şekil 4: Karbon Döngüsü



Şekil 5: Yıllara Göre Dünya CO2 Emisyonları



hazırda monoethamine ile CO2 yakalanıp havası temizlenmektedir.

Yani, henüz karbon emisyonu yüksek olan santrallerin etrafında alışılagelmis ticari ölçekli bir yöntem olmamakla beraber aslında denizaltı gibi ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılabilecek bir teknolojidir. Havadaki CO2 bu teknoloji ile ayrıştırıldıktan ve toplandıktan sonra CO2 ihtiyacı olan alanlara yönlendirilebilmektedir.

Örnek olarak İsviçre'de kurulan ilk ticari ölçekli direkt karbon yakalama santrali, biriken CO2'i seralarda kullanmayı hedeflemektedir. Bu santralin yılda havadan 900 ton CO2 toplayacağı hesaplanmaktadır. Şekil 5'de sanayileşme ile birlikte karbon emisyonlarının ne kadar dramatik ölçüde arttığını göstermektedir.

Yılda 8 milyar ton karbon emisyonu ürettiğimiz düşünülürse, ve de teknolojiye, malların pazarlara ulaştırılmasından, kısacası güne dair yaşam standardı olarak ne varsa hiç birinden vaz geçemeyeceğimiz için en

azından bu direkt karbon yakalama santrallerinin ticari olarak artması doğadaki varlığını bir süreliğine uzatacak bir umuttur.

Esas olan ve sadece iklim değişiklikleri gibi popüler konularında haricinde, sürekli iklimimizde tutmamız gereken insanoğlunun doğaya rağmen değil, doğa ile birlikte uzun süre varlığını koruyabileceğidir. Her ne kadar kendimizi doğadaki diğer canlılardan, iklimimiz ve öğrenme gücümüz nedeni ile üstün tutsakta, doğanın bir parçası olduğumuzu kabul etmediğimiz sürece hiç bir teknoloji bizi yok olmaktan alıkoyamayacaktır.

İklim değişiklikleri, sanayi, fosil yakıtlar, gelişmiş teknolojiler olsun olmasın dünya var olduğu süre her daim olan doğal bir süreçtir. Akıllarda tutulması gereken soru ise; biz kendimizi bu doğal süreç nasıl adapte edip, dünya üstündeki varlığımızı doğa ile uyumlu bir şekilde daha ne kadar süre ile koruyabileceğizdir.

Elektrik fiyatlarında artış olmadı

80 milyon vatandaşa elektrik faturalarıyla ilgili iyi haber geldi. Elektrik fiyatlarına yıl sonuna kadar zam yapılmayacak. 100 kilovatsaat için ödenecek tutar, yine 41 lira olacak.

VERGİ FONLAR 41 TL

Abonelerin, 1 Ekim'den itibaren geçerli olan tarife tablolarına EPDK'nın internet sitesinden ulaşabileceğinin kaydedildiği açıklamada, "Mesken abonesinin 100 kilovatsaat için ödeyeceği vergi ve fonlar dahil toplam tutar, Ocak-Eylül aylarında olduğu gibi Ekim-Aralık aylarında da yaklaşık 41 lira olacak" denildi.

80 milyon vatandaşa elektrik faturalarıyla ilgili iyi haber geldi. EPDK tarafından Ekim, Kasım ve Aralık aylarını kapsayan gelecek 3 aylık dönemde elektrik fiyatlarında artış olmayacağı bildirildi. EPDK'dan dün yapılan yazılı açıklamada, 1 Ekim'den geçerli olmak üzere gelecek 3 ay için perakende elektrik satış tarifelerinde herhangi bir değişiklik yapılmayacağı belirtildi.

