

BİZ Mİ KİRLLETİYORUZ?

A. Cemal SAYDAM ^{1(*)}, Amir Hadji Ali GHANDİ¹

¹ Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Beytepe/Ankara

ÖZET

Uzun mesafeli toz taşınımları sürecinde tozların bulut seviyesine çıkması ve bulut ile buluşması olasıdır. Yaptığımız çalışmalar sonucunda toz bulut etkileşiminin genellikle endüstri kaynaklı olarak varsayılan karbon dioksitin atmosferde bulut içerisinde de oluştuğunu bilim dünyasına ilk kez olmak üzere sunmaktayız. Karbon dioksitin henüz bilinmeyen bu doğal kaynağının tozların içerisinde bulunan bakteri ve mantarların su ile temas etmeleri sonucunda ortama çıkardıkları oksalat ile başladığı gösterilmiştir. Kil minerali yapısında bulunan demir ile birleşerek demir oksalat meydana getiren bu birleşim daha sonra eğer o meteorolojik olayın meydana geldiği yerde yeterli güneş enerjisi var ise dekarboksilasyon reaksiyonu sonucu parçalanmakta ve ortama indirgenmiş demir karbonil radikali ve bir mol de karbon dioksit çıkartmaktadır.

Bu reaksiyon henüz bilim dünyası tarafından bilinmemekte ve karbon dioksitteki her türlü artış hemen bir kirletici kaynağın varlığı ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Bu kadar iddialı bir bildiriye kendi ölçümlerimizden öte AB programları kapsamında desteklenen projelerden elde edilen verilere dayanarak açıklayacağız. Her bir toz taşınımı sürecinde ortaya çıkan sera gazı miktarının IPCC kurallarına göre hesaplanan her ülkeye ait senelik sera gazı salınımları ile boy ölçüşecek seviyelerde olduğu görülecektir.

Biz bu bildiri de sera gazlarının arttığı artmadığı tartışmasını yapmıyoruz. Bu alışlagelmişin dışındaki bildiride bilim dünyasının halen farkına varmadığı ama her zaman ölçtüğü bir sera gazının doğal kaynağını göstermekteyiz. Dolayısı ile küresel anlamda bu doğal olayın etkileri tartışılmadan ileriye yönelik modellemelerin sonuçlarının yanıltıcı olacağı ortadadır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Toz, Bulut, Oksalat, Karbondioksit

ABSTRACT

During the course of long range transport of desert dust interactions with cloud water is a possibility. The studies that we have carried out has shown fort the first time in scientific history that, carbon dioxide that is accepted to have anthropogenic origin can be produced within the clouds.

(*) acsaydam@gmail.com

This, so far unrecognized, process stems from the interactions of oxalate released by the bacteria and fungus present in desert dust with cloud water. Oxalate then combines with the iron that is present within the clay mineral and forms iron oxalate. If the solar light energy is adequate at that geographic location then, through decarboxylation reaction one mole of reduced iron, Carbon dioxide and carbonyl radical is formed.

This so far unrecognized process is not known by the scientific world and increase in Carbon dioxide is inevitably linked with pollution. We have intentionally used the data generated by the atmospheric monitoring stations operated within the framework of EU/FP projects as to support and defend such a pioneering hypothesis.

Carbon dioxide generated by each dust pulse event is comparable with the annual loads of countries that is estimated by IPCC rules and guidelines.

With this contribution, we are not denying or discussing the global increase in greenhouse gases. We are simply showing so far unrecognized “natural” source of Carbon dioxide. Thus, without assessing the impact of this natural process one cannot make, sound and futuristic estimates of greenhouse gases.

KEYWORDS

Dust, Cloud, Oxalate, Carbon dioxide

1. GİRİŞ

1.1. Atmosferde karbon dioksitin doğal oluşum mekanizması

Meteorolojik olaylar sonucunda çöller üzerinde etkili olan hava akımlarına bağlı olarak çöllerde bulunan materyaller daha kolay taşınma girerler. Çöller üzerinde esen sert ve sıcak hava hareketleri sonucunda yerden kalkan parçacıklardan ancak 10 mikron ve daha ufak olan parçacıklar daha uzun mesafeli taşınma girerler. Büyük parçacıklar yerçekiminin etkisi ile çok daha erken yere düşerken çok daha ufak parçacıkların çok daha uzaklara taşınması olasılığı vardır. Çok daha ufak parçacıkların da yapısı nedeni ile kil mineralleri olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile çöllerden kalkıp uzun mesafe taşınımına giren materyallerin kil fraksiyonu olduğu da bilinmektedir. Çöl üzerinde etkili olan bir Alçak Basınç (AB) merkezi kuzey yarı kürede yarattığı saatin ters yönünde hareket eden rüzgarlar ile çöl üzerinden getirdiği sıcak, kuru ve tozlu havayı sıcak havanın daha hafif olması prensibi ile daha yukarıya ve daha kuzeye doğru taşır; AB yarattığı ve daha kuzeyden gelen soğuk hava akımları da taşıdıkları bulutları ve soğuk havayı çöl alanı üzerine doğru yaklaşıtırlar.

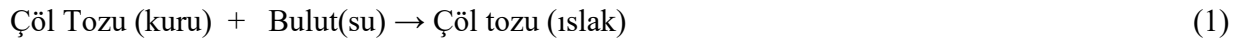
Günümüze kadar tipik bir AB merkezine bağlı bir fiziksel olay olarak bilinen bu olay aslında çok bilinçli yapılan bir hareket olmaktadır. Yer çekimi etkisi ile sonuç olarak yere tekrar inmek durumunda olan bir kil minerali bu AB sistemine bağlı rüzgarlar ile önce yerden kalkmakta, daha büyük parçacıklar taşınım sürecinde sistemden ayrılmakta ve çok küçük kil mineralleri ise sıcak havanın da etkisi ile yukarı doğru hareket etmektedirler. Sinoptik ölçekli (çapı bin km ve daha fazla) olan bu sistemler oluştukları bölgelerde kuvvetli hava akımlarına neden olmakta ve çöllerden çok büyük boyutlarda kil mineralini atmosferik taşınma sokabilmektedir. Küresel anlamda toz

taşınımı çok iyi bilinen ve sadece kuru toz taşıyıcı olarak değil toz atmosfer okyanus bağlantıları olarak ta çok detaylı çalışılmış bir konudur (Jickells ve ark., 2005).

Toz taşınımına giren kil minerallerinin her bir gramının içerisinde 107 adet prokaryot bulunmaktadır. Kwaasi ve ark. (1998); Maier (2004); Navarro - Gonzales (2003) Uzun mesafeli taşınımına girebilen 10 mikron ve daha küçük olan kil mineralleri ile birlikte gelen bakteri ve mantarların boyutları ise “sub - mikron” boyutlardadır. Yani 10 mikron boyutunda bir kil minerali içerisinde milyonlarca bakteri ve mantarı barındırabilecek kapasitede bir alan oluşturabilmektedir. Atmosferik taşınımına giren tozların içerisindeki bakteri ve mantarların varlığı hakkında küresel ve yerel bazda yapılmış olan pek çok çalışma mevcuttur. (Griffin, 2004; Griffin ve ark.,2001; Griffin ve ark., 2002; Griffin ve ark., 2003; Griffin ve ark., 2006; Griffin ve ark.,2007) Toprakta uzun süreler kuru halde bulunabilen bu canlıların aktif hale geçebilmeleri için suya ihtiyaçları vardır. Su ile temas etmeleri sonucunda da bakteri ve mantarların çok kısa bir zaman sürecinde faal hale geldikleri ve ortama hücre faaliyetleri sonucunda oksalat çıkardıkları da bilinmektedir (Verrecchia ve ark., 2006). Çöl tozu siklonik sistem içerisinde taşınım sürecinde sıcak hava kütlelerinin de etkisi ile daha yükseklerle ulaşma fırsatı bulmakta ve bu süreçte de bulut ile karşılaşma şansına sahiptir. Bulut ise atmosferde çeşitli sıcaklık derecelerinde bulunan sudan ibarettir. Kuru halde uzun taşınım sürecini geçiren çöl tozu bulut ile temas edince (1) numaralı reaksiyon sonucunda kuru toz ıslak toz hale gelmektedir. Bu temasın sonunda da bu çalışmanın amacını oluşturan ve esasları bilim dünyasına Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından tanıtilen çöl kökenli toprakların bulut içerisinde geçirdikleri bir dizi reaksiyon sonucunda ortama kullanılabilir demir, karbon dioksit ve karbonil radikali çıkarttığı temeline dayanmaktadır.

Yukarıda anlatılan esaslar çerçevesinde bulut içerisindeki su ile temas eden bakteri ve mantarlar kısa bir zaman sürecinde aktif hale gelmekte ve ortama oksalat çıkarmaktadırlar. Bu olgu da ilk kez Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından bilim dünyasına tanıtılmıştır. O zamana kadar atmosferdeki varlığı bilinen ancak kaynak olarak endüstriyel faaliyetler gösterilen oksalatın bakteri ve mantar aktivitesi aracılığı ile üretildiği (Saydam ve Şenyuva, 2002) tarafından Sahra çölünden getirilen topraklar kullanılarak yapılan deneyler sonucunda gösterilmiştir.

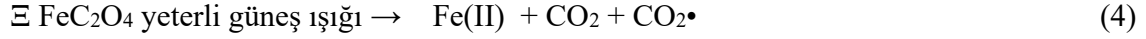
Yukarıda bahsedilen reaksiyon zinciri şu şekilde formüle edilmektedir;



Reaksiyon (2) sonunda oluşan oksalat taşınım sürecinde birlikte bulunduğu kil minerali ile reaksiyona girmekte ve (3) numaralı reaksiyonda gösterilen demir oksalat oluşmaktadır. Formülde Ξ FeOH kil mineralini temsil etmektedir.



Reaksiyon sonunda oluşan demir oksalat eğer bulunan enlem ve boylamda güneş enerjisi yeterli seviyede ise elektron transfer reaksiyonu ile parçalanmakta ve ortama (4) numaralı dekarboksilasyon reaksiyonu sonunda oluşan indirgenmiş demir karbon dioksit ve bir mol de karbonil radikali çıkmaktadır.



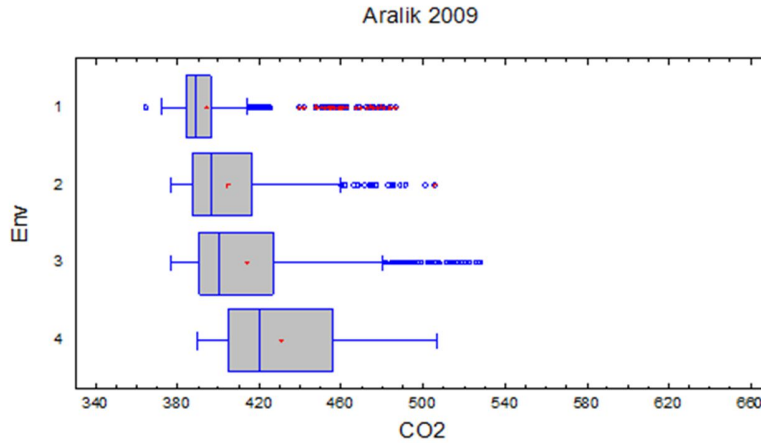
Oluşan karbonil radikali çok kararsızdır ve büyük bir olasılık ile bir başka karbonil radikali ile reaksiyona girmekte ve (5) numaralı reaksiyon sonunda yeni bir oksalat oluşturmaktadır.



Bu çalışmanın konusu olmamakla beraber bu reaksiyon zinciri sadece geçmiş iklim değişikliği süreçlerinde göller ve nehirler ile kaplanabilen çöllerde biriken dip çamurları ile oluşmaktadır. İşte bu nedenle her toz kaynağı bulut içerisinde yukarıda belirtilen reaksiyon zincirini tetiklememektedir. Saydam ve Şenyuva (2002) bu reaksiyon zincirinde ana unsur olan oksalatın ve reaksiyon sonucunda oluşan indirgenmiş demirin oluşmasını göstermişti. Ancak reaksiyon sonucu oluşan CO_2 'in ne kadar etkili olabildiği veya ölçülüp ölçülmeyeceği hakkında bilimsel literatürde günümüze kadar yapılmış herhangi bir çalışma yoktur. Bu konuda bir bilgi olmaması da doğaldır çünkü yukarıda belirtilen reaksiyon zincirinin bulut içerisinde oluşacağı hakkında Saydam ve Şenyuva (2002) yayınından bu yana bu konuda yapılan herhangi bir başka yayın da yoktur. Bir başka deyişle bilim dünyası halen toz bulut ve güneş enerjisi ilişkisini yeterince bilmemektedir.

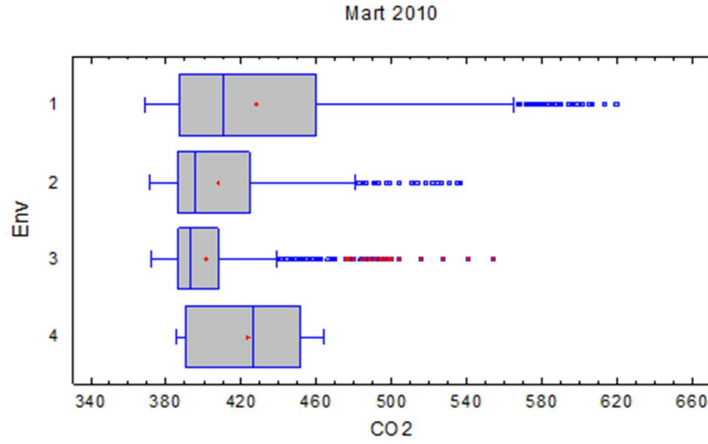
1.2. Ortaya konulan teorinin geçerliliğinin incelenmesi.

Öncelikle karbon dioksitin kaynağının kesinlikle doğal olmayan bir şekilde oluştuğu bir durumu ele almak istiyoruz. Bu gibi durumlar herhangi bir metropolde özellikle de kış aylarında atmosferde terslenme olduğu dönemlerde izlenmektedir. Atmosferdeki karbon dioksitin kaynağı kesinlikle nedenlerini bildiğimiz kirlilikten dolayı oluşmaktadır. Bu amaçla DMİ tarafından Ankara şehri için oluşturulan terslenme günleri ile atmosferde ölçtüğümüz CO_2 seviyeleri karşılaştırılmıştır. DMİ den elde edilen veriler kuvvetli terslenme günleri (4), zayıf terslenme günleri de (1) olacak şekilde sınıflandırılmış ve istatistiksel olarak incelenmiştir.



Şekil 1. Aralık 2009 için terslenme CO_2 ilişkisi.

Şekil 1’de gösterilen ilişki hepimizin bildiği, beklediği bir durumdur. Terslenmenin az olduğu günlerde ortalama CO_2 seviyesi düşük, terslenmenin kuvvetli olduğu dönemlerde ise CO_2 seviyesi doğal olarak yüksek olmaktadır.



Şekil 2. Mart 2010 ayına ait terslenme CO₂ ilişkisi.

Mart 2010 ayına bakıldığında ise terslenmenin kuvvetli olduğu dönemlerde beklenildiği gibi CO₂'nin yüksek olduğu ancak terslenmenin olmadığı günlerde ise CO₂'nin çok daha yüksek seviyelere ulaştığı izlenmektedir.

Kasım 2009-Mayıs 2010 senesi için yapılan terslenme ve CO₂ ilişkisi Tablo 1 'de verilmiştir.

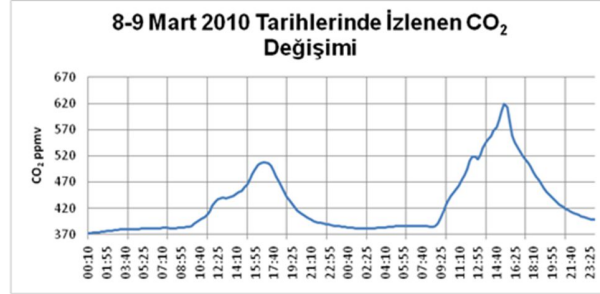
Tablo 1. Kasım 2009-Mayıs 2010 dönemine karbon dioksit ile terslenme arasındaki bağlantıyı şu eşitlikler ile ifade etmektedir.

Kasım 2009	$y = 0,0968x + 3,9453$
Aralık 2009	$y = 0,1064x + 3,8302$
Ocak 2010	$y = 0,0422x + 4,0224$
Şubat 2010	$y = - 0,0704x + 4,1341$
Şubat(1-15)	$y = 0,0098x + 3,7599$
Şubat (15-29)	$y = - 0,057x + 4,3043$
Mart 2010	$y = - 0,1327x + 4,4003$
Nisan 2010	$y = - 0,1069x + 4,3517$
Mayıs 2010	$y = - 0,1154x + 4,4958$

Tablodan görüleceği gibi Kasım Aralık ve Ocak aylarında izlenen pozitif ilişki Şubat ayının ilk yarısı için de pozitif olsa bile Şubat ayının ikinci yarısından itibaren negatif değerlere düşmektedir. Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ise terslenme ile kirlenme arasında kuvvetli bir negatif ilişki oluşmaktadır.

Bunun nedeni hakkında bilim dünyasının şimdiye kadar ortaya koyduğu geçerli kabul edilebilir bir neden yoktur.

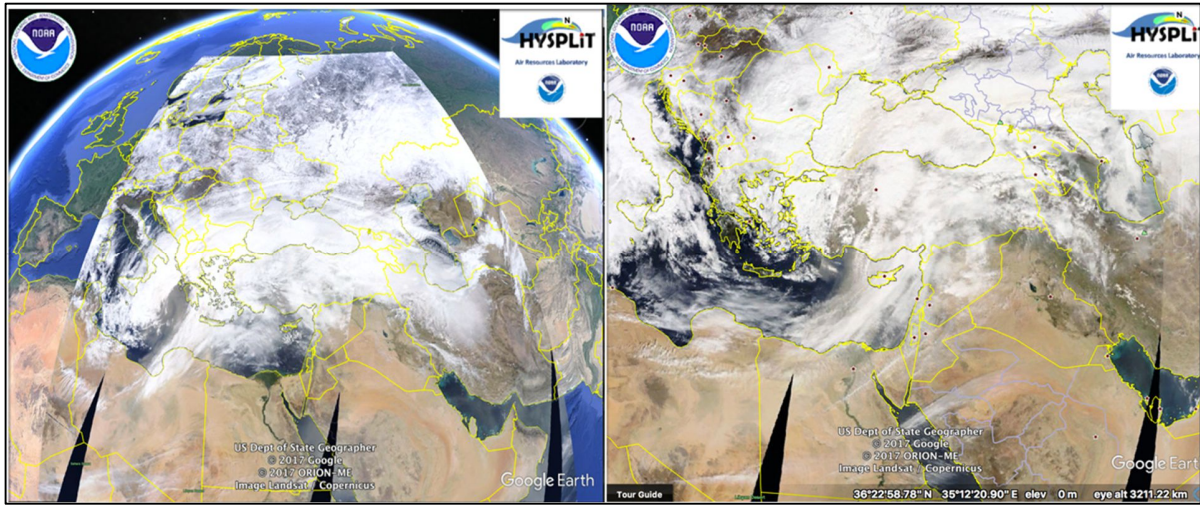
1.3. Toz taşınımı süreçlerinde atmosferdeki CO₂ değişimi.



Şekil 3. 8-9 Mart 2010 tarihlerinde kayıt edilen CO₂ değişimi.

Şekil 3'ten görüleceği gibi 8/9 Mart 2010 tarihlerinde Ankara atmosferinde izlenen CO₂ seviyeleri gece saatlerinde minimum seviyelerde ancak öğlenden sonra 500 ve 600 ppmv gibi tepe noktalara çıkmıştır. Kirlilik esaslı yaklaşımda beklenen değişim bunun tam tersidir. Gece saatlerinde Mart ayında en düşük değil doğal gaz nedeni ile daha yüksek değerler beklenirdi.

8 ve 9 Mart 2010 tarihlerinde Anadolu'yu etkileyen hava koşullarına bakıldığında ise izlenen durum şöyledir.



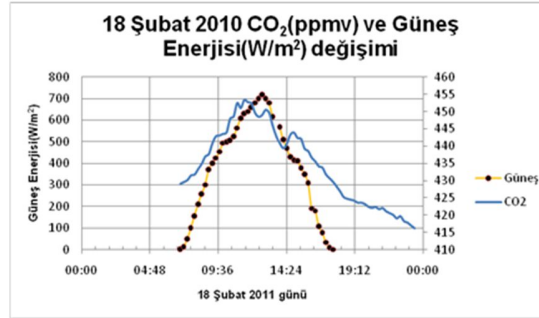
Şekil 4. 8 Mart 2010 tarihli Sahra toz taşınımı. Şekil 5. 9 Mart 2010 tarihli Sahra toz taşınımı.

Şekil 4 ve 5'ten de görüleceği üzere anılan tarihlerde tüm Anadolu Sahra kaynaklı toz ve buna bağlı sinoptik ölçekli hava akımlarının etkisi altında idi. Bu toz taşınımının yer seviyesindeki görünümü ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. 9 Mart 2010 tarihli Beytepe-Ankara görüntüsü. Genelde kirlilik olarak algılanan sisli hava görüntüsünün arkasındaki gerçek Sahra tozlarıdır.

Bu ve benzeri görüntüler kaynağı bilinmediği süreçte günümüze kadar kirlilikle ilişkilendirilmiştir. Eğer yakın bir çevrede toz kaynağı olabilecek bir işletme örneğin bir çimento fabrikası var ise kirlilik kaynağı hiç araştırılmadan bu ve benzeri sanayi kuruluşlarına atfedilmiştir. Bizim gösterdiğimiz yaklaşımda ise bu olayın tamamen doğal bir süreç olduğu ve atmosferde şimdiye kadar bilim dünyası tarafından bilinmeyen toz bulut etkileşimi sonucunda ortaya çıktığıdır. Atmosferde oluşan ve Şekil 3'te gösterilen CO₂ seviyesi değişimi de ortaya konan hipotezimizi tamamen desteklemektedir. 18 Şubat 2010 tarihli toz taşınımı sürecinde kaydedilen CO₂ değişimi ve aynı günün bir başka yılına ait güneşli bir havada kaydedilen güneş enerjisi değişimi de aynı grafikte Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. 18 Şubat 2010 tarihli CO₂ değişimi ve aynı güne ait güneşli bir yılda kaydedilen güneş enerjisi değişiminin aynı grafikte gösterimi.

Şekil 7'de gösterilen CO₂ oluşumu ve güneş enerjisi değişimi tam bir uyum içerisinde gelişmekte ve ortaya konan hipotezimizi tam olarak desteklemektedir. Toz bulut etkileşimi sonucunda atmosferde şimdiye kadar bilim dünyasının bilmediği bir doğal oluşum sonucunda atmosferde karbon dioksit üretilmektedir. Sahra tozu içeren yağmurlarda yapılan pH ölçümleri 6-7 arasında değişmekte ve bu değerlerde de atmosferde CO₂ hemen bikarbonata dönüşmektedir. Bikarbonat doğanın kullanımına hazır olan karbon kaynağıdır. Rogora ve ark., (2004) tarafından yürütülen çalışmalarda İtalya'da kaydedilen Sahra tozu içeren bazik karakterli yağmurların toplam yağışların sadece %3-17'sini meydana getirmelerine karşın senelik toplam kalsiyum ve bikarbonatın %70-

100'ünü taşıdığını göstermişlerdir. Yağmur suyunun bikarbonat açısından bu kadar zenginleşebilmesi tezin amaçları doğrultusunda oluşan CO₂'in bikarbonat olarak yağmur suyuna geçmesi olarak tanımlanmaktadır.

1.4. Jungfraujoch carboeurope/icos atmosferik izleme istasyon sonuçları

Böyle bir doğal kaynağın gelişmiş teknolojiye sahip ülkelerdeki izleme istasyonları tarafından fark edilmemesi de bir başka enteresan olaydır. Örneğin İsviçre Jungfraujoch ta bulunan Sphinx (3500m) izleme istasyonu tarafından hem de en gelişmiş aletler ile yapılan (Quantum cascade laser based absorption spectrometer - QCLAS) kullanılarak saniye mertebesindeki çözünürlükle ölçüm yapan CO₂ ve izotoplarının araştırma sonuçları Şubat 2009 da yapılan ölçümler (Tuzson ve ark., 2011) tarafından yayınlanmıştır. Bu yayında Şubat ayının seçilmesine özel önem verildiği belirtilmektedir. Şubat ayında hem fotosentezin hem de respirasyonun en düşük seviyede olduğu ve dolayısı ile bu parametrelerin kirlenici sinyalleri üzerinde en az etkisinin olabileceği bir dönem olduğu vurgulanmaktadır. Bir başka neden de o ay içerisinde farklı yönlerden hava akımlarının olduğunun da bilinmesi nedeni ile Şubat ayına özel bir önem verilmiş ve Tuzson ve ark. (2011) yayınında sadece bu aya ait veriler tartışılmıştır. Zaten yayının tartışma bölümü "Fossil fuel emissions are the largest contributor to the CO burden in the Northern Hemisphere (Duncan et al.,2007)" şeklinde başlayınca tartışmanın hangi ön koşulda başladığı ortaya çıkmaktadır. Bu yadırganacak bir durum da olmamakta şimdiye kadar bildiklerimiz ile tamamen örtüşmektedir.

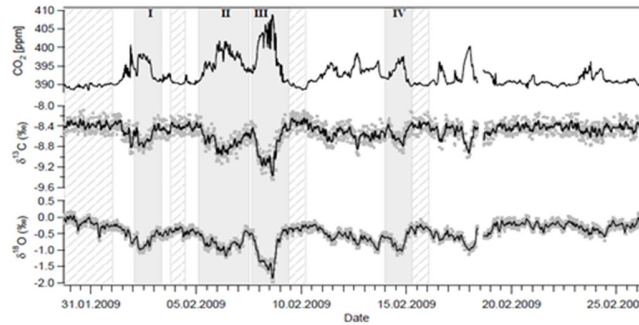
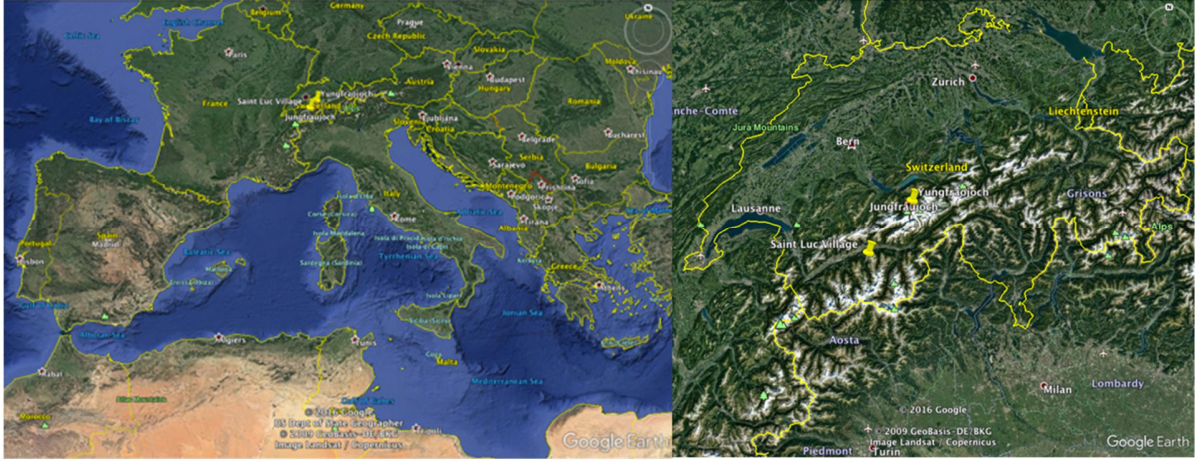


Fig. 3. Time series of tropospheric CO₂ mixing ratio and its isotopic composition. For the delta values, the gray dots represent 10 min averages, while the solid line is an interpolation through the data using a smooth spline. The shaded areas indicate distinct pollution events, while periods with the free tropospheric background conditions are highlighted by hatched areas.

Şekil 8. Tuzson ve ark. (2011) tarafından Jungfraujoch'ta izlenen CO₂ değişimi.

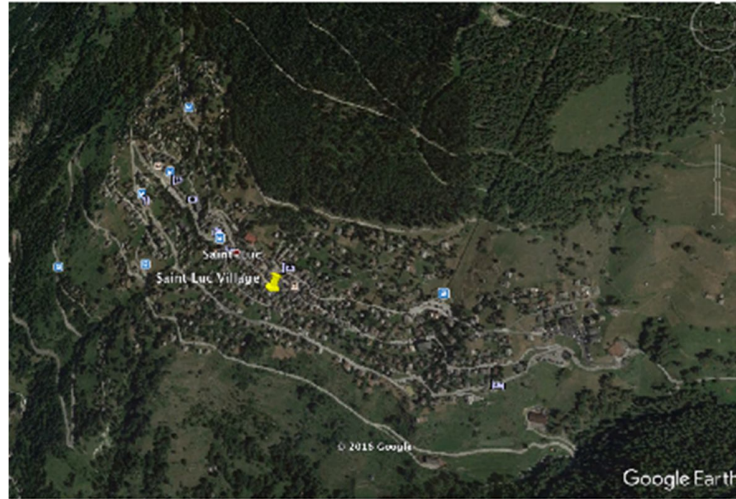
Tuzson ve ark. Şekil 8'de I, II, III ve IV olarak belirtilen gölgeli alanların belirgin kirlilik hadiseleri (distinct pollution events), taramalı alanların ise troposferik "background" hadiseleri olduğunu söylemektedir. Bu sunumda sizlerle I ve II numaralı hadiseleri paylaşmak istiyoruz. III numara ile işaretlenen ve 2 Şubat 2009 da başlayan ve 3 Şubat öğlen saatlerine kadar devam eden bu olay süresince hava akımlarının güneyden geldiğini back trajectory analizler sonucunda biliyoruz. Tuzson vd (2011) bu artışa neden olarak doğal olarak İtalya Po vadisi ve hayret verici şekilde de yayınlarından aynen alındığı şekli ile "The area of strong emission sensitivity corresponds to the upper Valais region in Switzerland and the Osalla valley in Italy. In winter time, residential wood burning for heating purposes is common in these Alpine valleys, especially in the villages, and has a dominant impact on air pollution" denmektedir. (Szidat et al.,2007; Saurer et al.,2009; Perron et al.,2010).

İşte bu ve benzeri açıklamalar yakın bölgede doğal bir kaynak yok ise, CO₂'nin sadece antropojenik kaynaklardan oluşacağı varsayımına dayanmaktadır.



Şekil 9. Jungfrauoch dağına yüksek ve daha alçak bir mesafeden veya ölçekten bakılır ise görünen resim.

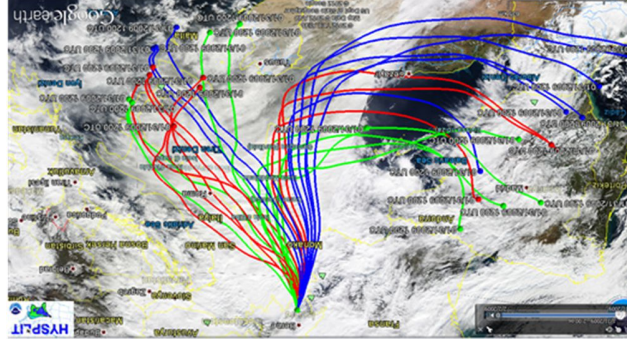
Şekil 9'da Jungfarujoch tepesinin olduğu bölgenin coğrafi yeri uzaktan ve daha yakından izlenmektedir. Araştırmacıların bahsettiği ve kirlетici kaynak olarak İsviçre yukarı Valais bölgesi de sarı pin ile daha güney batıda işaretlenmiştir. Bu bölgedeki (Saint Luc) evlerin yakından görünüşü ise Şekil 10'da verildiği gibidir.



Şekil 10. Saint Luc kasabası. Saint Luc kasabası.

Tuzson vd (2011) de kirlетici kaynak olarak bahsettikleri vadideki bu kasabanın nüfusu ise 312 kişidir. 120 yerleşkenin de sadece %11.8'i sürekli kullanılmaktadır. (İF'ü 5 ve yukarıda olan bir

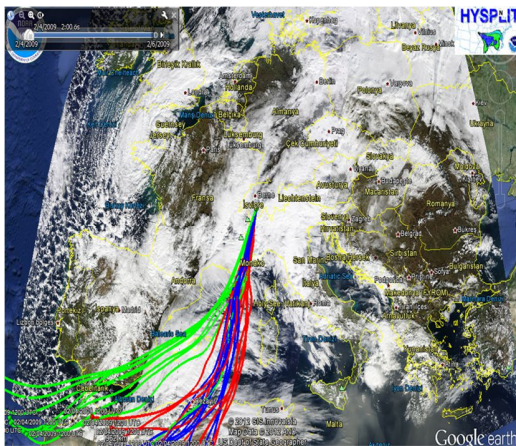
dergideki açıklama böyledir.) Tuzson vd (2011) de izledikleri bu CO₂ atışı bizim yaklaşımımız ile tamamen doğal ve Sahra kaynaklı hava akımları nedeni ile oluşmuş ve bilim dünyası tarafından henüz bilinmeyen bir kaynak nedenine dayanmaktadır.



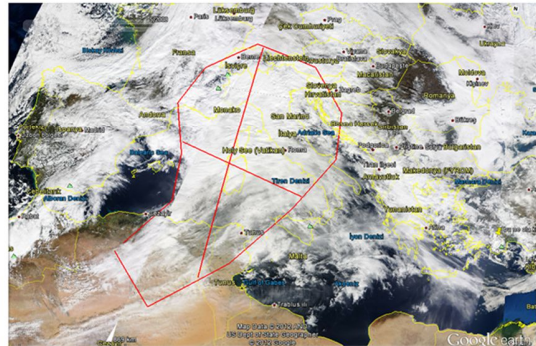
Şekil 11. 2 Şubat 2009 tarihli MODIS/Aqua görüntüsü ve üzerinde 72 saatlik geri izleme ağı.

2 Şubat 2009 tarihinde Sahradan kaynaklanan hava akımlarının İsviçre Jungfraujoch'a kadar izlediği yollar 500 1500 ve 3000 m agl olarak Şekil 11'de verilmiştir.

Sahra kökenli hava akımları ve beraberindeki tozlar 2 Şubat tarihinde tüm bölgede etkili olmuş ve Saydam ve Şenyuva (2002) de gösterilen esaslar çerçevesinde CO₂ üretmiş ve bu üretim de 3571 metre yükseklikteki istasyonda kurulu sofistike aletler ile toz taşınımının devam ettiği süreçte background seviyelerden 5 ppmv fark olarak izlenmiştir. Tuzson ve ark (2011) tarafından kirlilik kaynaklı artış olarak belirlenen II olay ise 5-6 Şubat 2009 tarihinde kaydedilmiştir. Kaydedilen CO₂ artışı o dönemdeki 390 ppmv taban değerlerine göre çok daha yüksek olmasına karşın biz bu değerlendirme de yine 5 ppmv artış olarak değerlendirmede bulunacağız. Şekil 12'de 5 Şubat Şekil 13'te ise 6 Şubat 2009 tarihleri için verilen uydu verileri ve üzerindeki 48 saatlik hava akımları geri izleme sonuçlarına göre Jungfraujoch a gelen hava akımları Sahra kaynaklıdır ve bol da toz içermektedir.

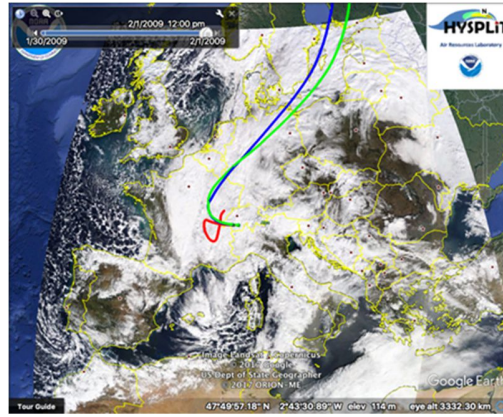


Şekil 12. 5 Şubat 2009 tarihli MODIS uydu verisi.



Şekil 13. 6 Şubat 2009 tarihli MODIS uydu verisi.

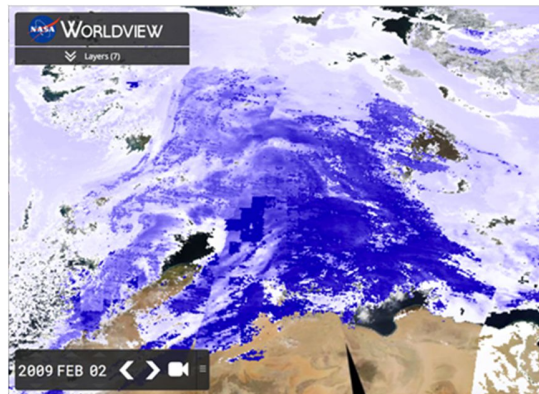
Şekillerden de anlaşılacağı üzere; Jungfraujoch'a gelen hava kütleleri Saydam ve Şenyuva (2002) tarafından belirlenen tüm koşulları taşımaktadır ve CO₂ üretme kapasitesine de sahiptirler. Şekil 14'te verilen, 7 Şubat 2009 tarihli uydu verisine bakınca da toz taşınımının doğuya kaydığı ve Jungfraujoch'a gelen hava akımlarının da Sahra kaynaklı olmadığı net bir şekilde izlenebilir. Halbuki bu dönemde Jungfraujoch'a gelen hava akımları endüstrileşmiş ve enerji amaçlı olarak neredeyse tamamen doğal gaz kullanan ülkeler üzerinden geçerek gelmiştir. Ancak Sahra tozlu hava akımlarının geçmesi ile CO₂ seviyesi Şekil 8'de gösterildiği gibi background seviyelere doğru hızla inmiştir.



Şekil 14. 7 Şubat 2009 tarihli MODIS görüntüsü ve 300-3500 ve 4000 metre yükseklikteki hava akımlarının Jungfraujoch'a gelemeden önce ki 48 saat içerisinde izledikleri yol.

1.5. Bulut içi karbondioksit oluşumunun boyutları

Peki bu artışın boyutları nedir. 2 Şubat 2009'da Jungfraujoch'a gelen ve Şekil 13'te gösterilen hava akımlarının boyutlarına bakalım. Bulut yüksekliklerine çok çeşitli şekillerde bakmak mümkündür örneğin bir başka yükseklik boyama tekniği ile Şekil 15'te gösterilen şöyle bir görüntü de elde edilebilir.



Şekil 15. 2 Şubat 2009 günü Jungfraujoch'a gelen hava akımları ve bulutların boyutlarını bir başka dalga boyunda gösteren uydu görüntüsü.

Sinoptik ölçekli bu olaylarda izlenen bulut dağılımı ve yüksekliği hakkında tam bir değerlendirme yapmak mümkün değilse de elimizde iki gerçek bulunmaktadır. Jungfraujoch tepesinin 3500 metre olması ve CO₂ miktarının ortalamalardan 5 ppmv yükselmesi. Uydu görüntülerinden bu olayın boyutlarını 1500 km kuzey güney ve 850 km doğu batı şeklinde kabul edersek,

1500 km x 850 km alan dersek,

Ve yüksekliği de sadece 1 km dersek ki ölçümler 3480 metrede yapılmıştır

CO₂ artışını da sadece 5 ppmv olarak ele alırsak

1 km³ = 1 x 10⁹ m³

Alan 1.275.000 km² ve 1 km yükseklik kabul edersek 1.275.000 km³

5 ppmv veya 9.69 mg/m³ 44.01 g/mol

1275000 km³ 9.69 mg/m³

12 345 750 ton CO₂

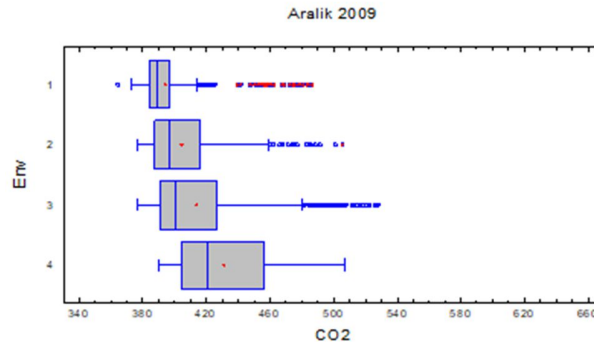
Sadece bu süreçte oluşan CO₂ miktarının 12 milyon ton olduğunu görebiliriz. Sadece bu bile pek çok ülkenin senelik CO₂ bütçesinden dahi büyüktür. Eğer CO₂ artışını taban değer olan 390 seviyesinden 10-12 ppmv olarak düşünürsek ve bulut kalınlığını da 2 km çıkartırsak oluşması beklenen CO₂ seviyesinin

1.275.000 km x 2 = 2 550.000 km³ e çıkacağı

CO₂ seviyesinin de 19.4 mg/m³ değerine çıkacağı ve oluşması beklenen CO₂ miktarının da yaklaşık 50 milyon tona ulaşması beklenmektedir.

Burada öne sürülen argüman henüz bilim dünyasının bilgisi dışındadır.

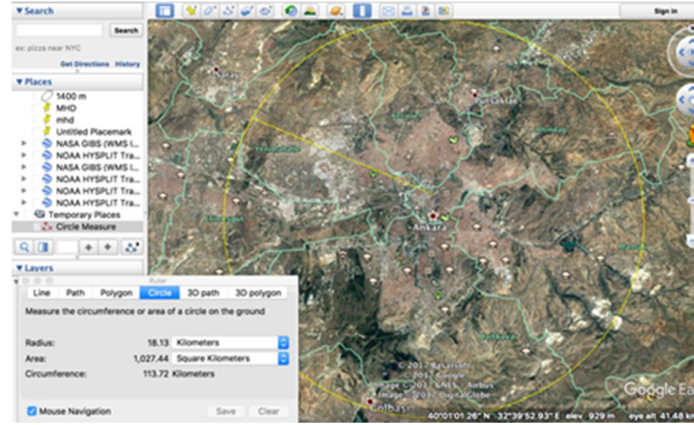
Şimdi bu değerleri tipik bir terslenme durumunda Ankara'da izlenen bir değer ile karşılaştırıp kirlilik döneminde şehirlerimizde ne kadar CO₂ ürettiğimize bakalım. Bunun için tek bir değer yerine Aralık 2009 da ölçülen değerlerin Şekil 16'da verilen terslenme şiddetine göre sınıflandırılmasına bakalım.



Şekil 16. Aralık 2009 ayında DMİ tarafından Ankara şehrinde kaydedilen terslenme (1 az 4 kuvvetli) günleri ve o günlerde kaydedilen CO₂ değişimlerinin istatistiksel analiz sonuçları.

Aralık 2009 yılında en kuvvetli terslenme seviyesi 1050 metre yükseklikte bulunan istasyonumuzda 510 ppmv olarak ölçülmüştür. Kirlenmenin alanını ise birtakım olağan dışı varsayımlar kapsamında Google Earth ten hesaplamak mümkün olmaktadır.

Kirlenmenin Şekil 17’de verilen 18 km yarıçaplı bir alanda olduğunu varsayarsak kapsanan alan 1000 km² olmaktadır. Hacettepe’nin yüksekliği deniz seviyesinden 1050 metre ancak Ankara’nın yüksekliği de 930 metredir. Biz yine de hesaplamalarımız için terslenmenin 1000 metre yükseklikte olduğunu varsayarsak elimizde 1000 km³ bir hacim olduğunu varsayabiliriz. Bu hacim içerisinde ölçülen CO₂ seviyesi de 510 ppmv olarak ölçülmüştür. Bu karbon dioksitin ortalama 400 ppmv kadarı küresel background seviyesinden gelmekte olsa da biz bunun tamamının kirlilik kaynaklı olduğunu varsayarak hesaplamamız devam ettik.



Şekil 17. 18 km yarıçaplı bir alanda Ankara şehrinin görünümü.

1000 km³ 510 ppmv veya 988 mg/m³, veya yaklaşık 988 000 ton yük olmaktadır. Bu aşırı zorlama aslında sadece 500 metre yükseklikte ve de küresel ortalamalardan sadece 200 ppmv artış olduğu için hakiki değerler Ankara’nın 24 521 km² olduğu gerçeğinden hareketle

24521 km² x 0.5 km yükseklik = 12260 km³ bir alanda olmaktadır.

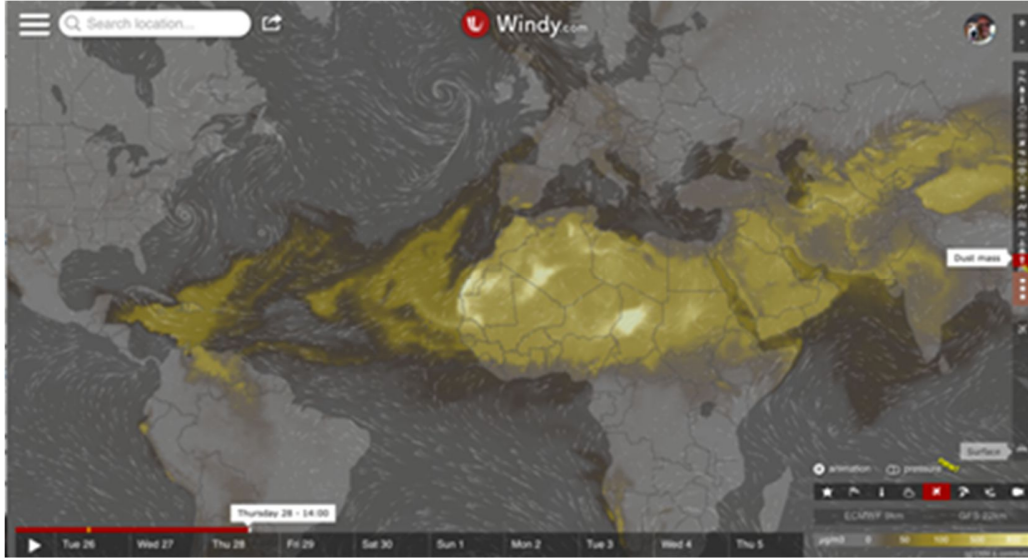
200 ppmv CO₂, 388 mg/m³ CO₂ etmektedir.

Bu gerçeğe daha yakın varsayımlar ile terslenme durumunda Ankara atmosferinde biriken CO₂ seviyesi en iyi ihtimal ise 475 000 ton olmaktadır. Jungfrauoch’a Sahra kaynaklı ve tozlu gelen hava akımlarında bulut içerisinde üretilen CO₂ seviyesi ise 50 milyon ton mertebesindedir.

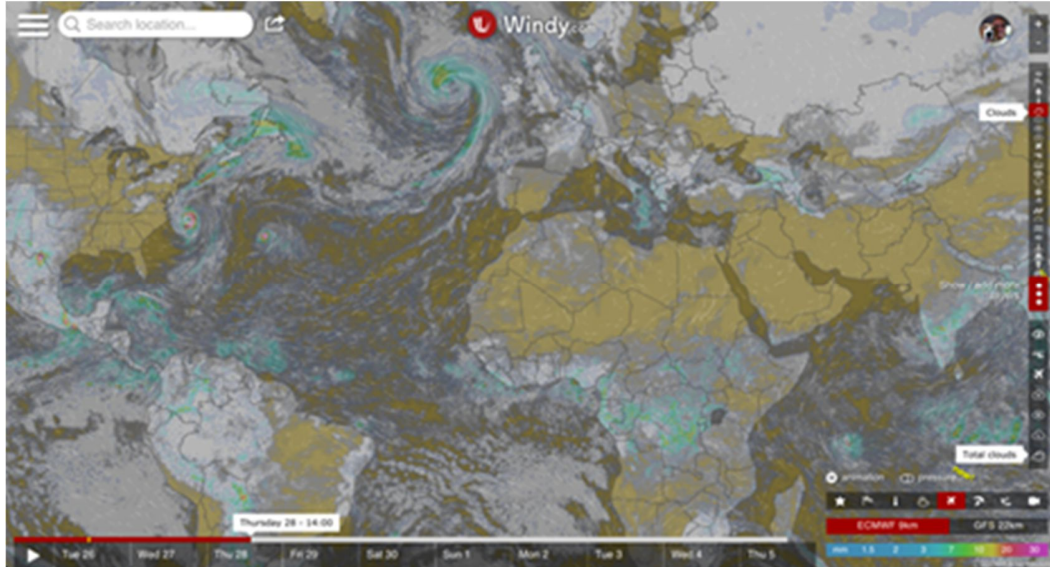
2. SONUÇLAR

Bilim dünyasının henüz bilmediği bu doğal kaynağın arkasındaki bilimsel gerçekler ve de kirlenme sonucu oluşan seviyeler. Bu bilimsel gerçeklerin ışığı altında umarız ki Türk bilim dünyası artık batıda yapılan ve CO₂ tamamen kirlilik kaynaklıdır varsayımından bir adım önde olur ve halen bilinmeyen bu “doğal” kaynağın küresel döngüler üzerindeki etkisini araştırır. Kabul etmiyoruz, sera gazlarının ana kaynağı kirlilikten kaynaklanmaktadır şeklindeki klasik yaklaşımda da ilerlemek isteyen kişiler için zaten var olan varsayımlar geçerlidir. Ancak biz bu bildiri ile bilim dünyasına toz bulut etkileşiminin önemini sunmak ve araştırmalarınıza yeni bir yön vermek arzusundayız.

Günümüzde örneğin windy.com sitesi toz bulut etkileşiminin olabileceği bölgeleri küresel anlamda görsel olarak bizlere sunmaktadır. Şekil 18’de kuzey yarıküredeki Sahra kökenli toz dağılımı ve rüzgarlar verilmektedir. Şekil 19’da ise aynı bölgelerdeki bulut beklentisi verilmektedir.



Şekil 18. windy.com sitesinde verilen Sahra kökenli tozların Atlantik Okyanusu, Asya, Afrika ve Avrupa kıtaları üzerindeki dağılımı.



Şekil 19. windy.com sitesinde verilen bulutların Atlantik Okyanusu, Asya, Afrika ve Avrupa kıtaları üzerindeki dağılımı.

Bize düşen toz bulut ve yeterli güneş enerjisine sahip bölgelerde o güne ait oluşacak CO₂ miktarını belirlemek ve bu sera gazlarının küresel etkilerini hesaplamak ve yeni ancak geçerli iklim senaryoları yaratmaktır.

Tüm bu verilerden sonra eğer CO₂ kirleticisi bir kaynak ise şu soruyu sormak gerekmektedir:

Acaba biz mi kirlletiyoruz?

KAYNAKLAR

- Griffin, D. W., Garrison V. H., Herman, J. R., and Shinn, E. A., 2001. African Desert Dust In The Caribbean Atmosphere: Microbiology And Public Health, Volume 17, Number 3, DOI: 10.1023/A:1011868218901, p. 203-213.
- Griffin, D. W., 2007. Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health, U.S. Geological Survey, St. Petersburg, Florida-33701, p. 459-477.
- Griffin, D.W., 2004. Terrestrial Microorganisms At An Altitude Of 20,000 M In Earth's Atmosphere, United States Geological Survey, Center for Coastal and Watershed Studies, Petersburg, FL 33701, USA, Volume 20, Number 2, p. 135-140.
- Griffin, D.W., Kubilay, N., Koçak, M., Graya, M. A., Borden, T. C., and Shinn, E. A., 2007. Airborne Desert Dust And Aeromicrobiology Over The Turkish Mediterranean Coastline, Center for Coastal and Watershed Studies, U.S. Geological Survey, Petersburg, FL 33701, USA, p. 4050-4062.
- Griffin, D.W., Kellogg, Ch. A., and Shinn, E. A., 2001. Dust In The Wind: Long Range Transport Of Dust In The Atmosphere and Its Implications For Global Public And Ecosystem Health Global Change & Human Health, - Springer, Volume 2, Number 1, p. 20-33, DOI: 10.1023/A:1011910224374.
- Griffin, D.W., Kellogg, Ch. A., 2004. Dust Storms and Their Impact on Ocean and Human Health: Dust in Earth's Atmosphere, EcoHealth, Volume 1, Number 3, p. 284-295, DOI: 10.1007/s10393-004-0120-8.
- Griffin, D.W., Kellogg, Ch. A., Garrison, V. H., and Shinn, E. A., 2002. The Global Transport of Dust. Am. Sci. 90: p. 228-235.
- Griffin, D.W., Kellogg, Ch. A., Garrison, V. H. , Lisle, J. T., Borden, T. C., and Shinn E. A., 2003. African Dust in the Caribbean Atmosphere. Aerobiologia 19: p.143-157.
- Griffin, D. W., Westphal, D. L., and Gray, M. A., 2006. Airborne Microorganisms In The African Desert Dust Corridor Over The Mid-Atlantic Ridge, Ocean Drilling Program, Leg 209. Aerobiologia 22: p. 211-226.
- Griffin, D.W., Kellogg, Ch. A., Garrison, V. H. , Lisle, J. T., Borden, T. C., and Shinn E. A., 2003, Atmospheric Microbiology In The Northern Caribbean During African Dust Events, Center For Coastal and Watershed Studies, US Geological Survey, St. Petersburg, FL 33701, USA; 2 Volunteer, p. 143-157.

- Griffin, D. W., Kellogg, Ch. A., and, 2006. Aerobiology and the Global Transport Of Desert Dust, US Geological Survey, Petersburg, FL 33701, USA.
- Griffin, D.W., Shinn, E.A., Seba, D. B., 2003. Atmospheric Transport Of Mold Spores İn Clouds Of Desert Dust., U.S. Geological Survey, St. Petersburg, Florida 33701, USA. 58(8): p.498-504.
- Jickells, T. D., An, Z. S., Andersen, K. K., Baker A. R., Bergametti G., Brooks N., Cao J. J., Boyd P. W., Duce R. A., Hunter K. A., Kawahata H., Kubilay N., la Roche J., P. S. Liss, Mahowald N., Prospero J. M., Ridgwell A. J., Tegen, I., and Torres, R., 2005, Global Iron Connections Between Desert Dust, Ocean Biogeochemistry and Climate, Vol. 308 no. 5718 p. 67-71 DOI: 10.1126/science.1105959.
- Kwaasi, A. A., Parhar, R. S., Al-Mohanna F. A., Harfi, H. A., Collison, K. S., and Al-Sedairy, S. T., 1998. Aeroallergens And Viable Microbes İn Sandstorm Dust. Potential Triggers Of Allergic And Nonallergic Respiratory Ailments, Allergy 53: p. 255-265.
- Maier, R. M., Drees, K. P., Neilson, J. W., Henderson, D. A., Quade, J., and Betancourt J. L., 2004. Microbial Life İn the Atacama Desert, Science 306: p.1289-1290.
- Navarro-Gonzalez, R., Rainey, F. A., Molina P., Bagaley, D. R., Hollen B. J., de la Rosa J., Small, A. M., Quinn, R. C., Grunthaner, F. J., Caceres L., Gomez-Silva, B., and McKay, C. P., 2003. Mars-Like Soils İn The Atacama Desert, Chile, And The Dry Limit Of Microbial Life. Science 302: p. 1018-1021.
- Perron, N., Sandradewi, J., Alfarra, M. R., Lienemann, P., Gehrig, R., Kasper-Giebl, A., Lanz, V. A., Szidat, S., Ruff, M., Fahrni, S., Wacker, L., Baltensperger, U., and Prevot, A. S. H. 2010. Composition and sources of particulate matter in an industrialised Alpine valley, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 10, 9391–9430, doi:10.5194/acpd-10-9391-2010.
- Rogora, M., Mosello, R. and Marchetto, A. 2004. Long-Term Trends in the Chemistry of Atmospheric Deposition in Northwestern Italy: The Role of Increasing Saharan Dust Deposition. Tellus B, 56: p.426-434, Doi: 10.1111/j.1600-0889.2004.00114.x
- Saurer, M., Prevot, A. S. H., Dommen, J., Sandradewi, J., Baltensperger, U., and Siegwolf, R. T. W. 2009. The influence of traffic and wood combustion on the stable isotopic composition of carbon monoxide, Atmos. Chem. Phys., 9, 3147–3161, doi:10.5194/acp-9-3147-2009.
- Saydam, A.C. and Senyuva, H.Z., 2002. Deserts: Can They Be Potential Suppliers of Bioavailable Iron? Geophysical Research Letters, 29 (11), 10.1029/2001GL013562.
- Szidat, S., Prevot, A. S. H., Sandradewi, J., Alfarra, M. R., Synal, H. A., Wacker, L., and Baltensperger, U. 2007. Dominant impact of residential wood burning on particulate matter in Alpine valleys during winter, Geophys. Res. Lett., 34, L05820, doi:10.1029/2006GL028325.
- Tuzson, B., Henne, S., Brunner, D., Steinbacher, M., Mohn, J., Buchmann, B., and Emmenegger, L., 2011. Continuous Isotopic Composition Measurements of Tropospheric CO₂ At Jungfraujoch (3580 M A.S.L.), Switzerland: Real-Time Observation Of Regional Pollution Events, Atmos. Chem. Phys., 11, 1685-1696, Doi:10.5194/acp-11-1685.
- Verrecchia, P., Braissant, O., And Cailleau, G., 2006. The Oxalate-Carbonate Pathway in Soil Carbon Storage: The Role Of Fungi And Oxalotrophic Bacteria, Gadd G.M., (Ed.) Cambridge University Press, Pp. 289-310.