

DOĞAYI TAKLİT ETMEK YETERLİ İKLİM KONTROLÜ

İklim son derece karmaşık bir sistem. Son derece güçlü de. Çelişkili. Ve de Hassas... İklimi yöneten atmosfer, gücünü Güneş'in sağladığı muazzam enerjiden alıyor. Ama kasırgalar, tayfunlar üreten bu zaptedilmez güç, en ufak bir müdahaleden etkileniyor. Çok sayıda faktörün etkisiyle oluşan iklim, bir yandan ekinlerimizi yeşertiyor, bedenimizin gerek duyduğu ısıyı, içtiğimiz suyu sağlıyor. Gazaba geldiğinde de kasabaları, kentleri sellere boğuyor, kıta büyüklüğünde karaları kasıp kavuruyor. Denizleri, okyanusları donduruyor, ya da kilometrelerce kalınlığındaki buz şelflerini mum gibi eritiyor. İç dinamikleri büyük ölçüde gizemini korumakla birlikte iklimin, bu sınır tanımaz gücün, insan kaynaklı etkilerle değişim geçirdiği, son bilimsel gözlemlerle kuşkuyla yer bırakmayacak biçimde kanıtlanmış bulunuyor. Şimdi araştırmacılar, bir yandan dünyamızı yaşanmaz hale getirmeden bu iklim değişiminin önüne geçmenin çarelerini araştırıyorlar, bir yandan da iklimi, yol açtığı zararları azaltacak, var olan olumsuz koşulları düzeltecek biçimde daha sıkı bir denetim altına almanın yollarını. Bulgular, hem ürkütücü hem de umut verici. Atmosfere başta karbon olmak üzere sera gazlarının kontrolsüz salımının yol açtığı küresel ısınma nedeniyle kutup buzları hızlı bir erime süreci yaşıyor. Döngüsel buzul çağlarından bir yenisine girmesi beklenirken, dünyamız kontrolden çıkacak bir ısınmanın tehdidi altında. Bu gidişin önce yavaşlatılıp sonra durdurulması için önerilen reçeteler, bu gidişten en çok sorumlu sanayi ülkelerinin ayak sürümesi nedeniyle hayata geçirilemiyor. İklimin kontrolü, gelişmiş Batılı ülkelerde de artık öncelikli projeler listesinin başlarında. İklimbilimciler, denizbilimciler, gezegenbilimciler, doğa dinamiklerinde gerçekleştirilecek küçük çaplı değişimlerle, felaketli olguların önüne geçme, kasırgalar, kuraklık ya da seller gibi tekrarlayan olayların örüntüsünü değiştirme projelerine odaklanmış durumdadır. Bir Türk bilimadamıysa, genç yardımcılarıyla birlikte, yalnızca Türkiye ya da klasik tanımıyla doğal kaynaklardan ya da verimli tarım arazilerinden yoksun gelişme yolundaki ülkeler için değil, tüm dünya için büyük potansiyel vaat eden bir iklim kontrol yöntemini geçtiğimiz aylarda bilim dünyasına kabul ettirmiş bulunuyor. Prof. Dr. Cemal Saydam ve ekip arkadaşlarının yöntemi basit ve yaratıcı: Doğayı değiştirmeye çalışmak yerine, onu örnek almak, taklit etmek. Türkiye, günümüzdeki ve gelecekteki olumsuz iklim koşullarından en çok etkilenebilecek ülkeler arasında. Dolayısıyla bu sayıda, hem bu ilginç iklim kontrol yönteminin mekanizmasını ve olası uygulamalarını modeli geliştiren bilimadamının kaleminden sunuyor, hem de daha sonraki sayfalarda, küresel ısınmanın güncel belirtilerine kısaca göz gezdiriyoruz.

Bilim ve Teknik

A

MERİKAN JEOFİZİK BİRLİĞİ
(American Geophysical
Union-AGU), Geophysical
Research Letters (GRL)
dergisinin Haziran 2002

sayısında üç sayfalık bir makalemiz yayımlandı. Makalemizde çöllerin kullanılabilir bir demir kaynağı olduğu ileri sürülüyordu. Son yıllarda uluslararası arenada boy gösteren pek çok bilimadamımızın yaptığı yayınlardan birisi olarak da algılanabilecek bu makale alışagelmışin dışında bir konudan bahsetmekteydi.

Özetinde, okyanuslara giren “kullanılabilir” demirin, güneş enerjisinin yeterli olduğu enlem ve boylamda bulut içerisinde çöllerden kaynaklanan bakteri ve mantarların çıkardığı okzalit ile fotokimyasal indirgenmeye giren çöl kökenli kil minerallerinden kaynaklandığını ileri sürmekte. Bunun anlamı, çöllerden kaynaklanan tozların atmosfer içerisindeki taşınımı sürecinde, güneş enerjisinin mevsimlere göre yeterli seviyede ve üzerinde olduğu bölgelerde bulut içerisindeki suyla temas edip aktif hale geçen bakteri ve mantarların çıkardığı okzalitla birleşip demir okzalit yapan çöl kökenli tozların, gündüz vaktinde kullanılabilir demiri oluşturabilmesi, bu yağışların da okyanus üzerinde şimdiye kadar nedeni anlaşılmayan dağınık yosun (alg) patlamasına ve de özellikle kokolitlerin oluşumuna neden olabilmesi.



Prof. Dr. A. Cemal Saydam,
TÜBİTAK'taki ofisinde, uluslararası
toplantılarda tanıttığı iklim kontrolü
şeması önünde.

Doğada demir +3 oksidasyon halinde bulunur ve bu durumuyla doğadaki organizmalarca kullanılamaz. Demirin kullanılabilir formu +2 hale indirgenmiş halidir. Bu indirgenme reaksiyonu, normal koşullarda doğada bakterilerce

enzim süreçleri kullanılarak yapılıp enerji gereksinimi nedeniyle ağır işleyen bir süreçtir. Ancak doğada bu indirgenme olayı devamlı olmakta. Demirin kullanılabilmesi için de bu olayın gerçekleşmesi gerekli.

Okyanuslara geleceğin en büyük besin depoları gözüyle bakılıyor. İnsanoğlu, geliştirdiği teknolojiyle karalar üzerinde ezici bir egemenliğe ulaşmış durumda. Artık tarımsal etkinlikler, traktörün ulaşabildiği her alanda ve eğimde yapılabiliyor. Denizlerde de teknolojik üstünlük insanoğlunda. Ancak, okyanuslar o derece büyükler ki, günümüzde ve yakın bir gelecekte de insanoğluna kullanılacak ve araştırılacak potansiyel alanlar sunabilecek kapasitedeler. O alanlardan en geniş de Büyük Okyanus. Bu muazzam kütlenin güneyinde, ekvatora yakın kesimindeyse bilimsel tanımlara uymayan bölgeler bulunmaktadır.

Bir başka deyişle, Büyük Okyanus'un belirli bölgeleri bilimsel reçetelerimizle ters düşecek davranışlar göstermekte; bilimsel gerçeklere göre yapması gereken şeyleri yapmamakta.

J.H. Martin adlı bir bilimadamı, bunun nedenini sözü geçen bölgelerin karalardan uzaklığına, dolayısıyla da kara kaynaklı demirin eksikliğine bağlamış ve bu bölgelere demirin yapay olarak eklenmesi durumunda, alg patlamasının ve dolayısıyla karbon dengelerinin değiştirilebileceği ve hatta iklim değişikliğine gidilebileceği yolunda bir tez geliştirmiş bulunuyor.

Martin, bilim dünyasında “Bana yarım tanker dolusu demir verin, ben de size bir buzul çağı vereyim” deyişiyle anımsanır. Bu tezin sınanması için pek çok deney gerçekleştirilmiş bulunuyor.

Toz Mercek Altında

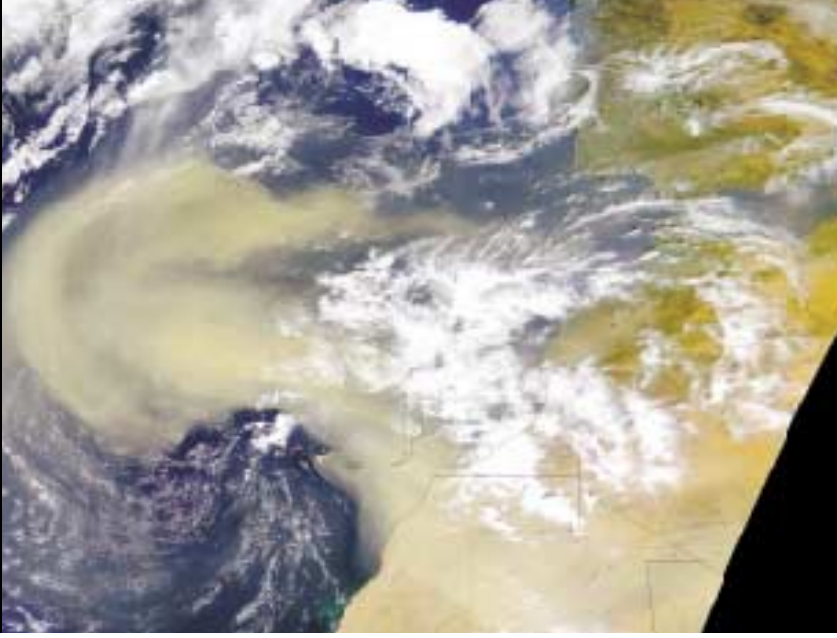
Çöl kökenli tozların okzalit kaynağı olabileceğini göstermek için yapılan deneyler kolay olmadı. Ancak uzun uğraşlardan sonra sülfatın yanışında beliren okzalit sinyali bize çöllerin de okzalit kaynağı olabileceğini gösterdi. Ayrıca deneyde ortamta, fosfat çıktığını gösteren sinyal de elde edildi.

Deneyde ortaya çıkan, çöllerin kullanılabilir demir kaynağı olduğunu ispatlayan devrim yaratabilecek bir sonuçtu. Deneyler süresince ortamta sadece demirin değil deney düzenimiz içerisinde ölçülebilir seviyelerde çinko ve mangan gibi diğer bazı mikrobesein elementlerinin de çıktığını gösterdik. Bunların oluşumu da demirin gözlenmesinden sonra beklenen bir durumdu; çünkü demirin kil mineralinin yapısı içerisinde çıkması, kil yapısının çökmesine ve diğer bazı elementlerin de ortama çıkmasına neden olmaktadır. Deney ortamını geceye geçirmek tabiatın zaman yavaş bir süre olmasına karşın bizim için 210 dakikadan sonra bir düğmenin kapanması kadar kısa oldu. Gece ortamında kararlı demirin iki saat içerisinde azalmaya başladığını izlemek bizim için ayrı bir kanıtlanma mekanizması oldu. Çünkü indirgenmiş haldeki demir kararsızdır ve hemen kullanılmaması halinde kararlı hali olan +3 haldeki demire dönüşmektedir. Deneylerimiz bunun da beklenen şekilde olduğunu ispatladı.



Şimdi yine biraz geriye dönelim ve reaksiyon zincirine bir kez daha bakalım. Çöl kökenli tozlarla beraber atmosfere çıkan bakteri ve mantarlar, bulut içerisinde ıslanınca ortama okzalit çıkarıyor ve bu da bir dizi kimyasal reaksiyonun oluşumuna neden oluyor. Demek ki bakteri ve mantar, işin altın anahtarı rolünde. Bu varsayımın denemesi için toz örneklerinin sterilizasyonu gerekirdi. Ancak sterilizasyonun tahribatsız yöntemle yapılması ve örneklerin yapısının bozulmaması da ayrı bir gereksinimdi. Bu amaçla önce

evlerde kullanılan mikrodalga fırın kullanıldı ve örnekler 1000 Watt güçte 1 saat süre ile mikrodalga ile temas ettirildi. Sonuçta kullanılabilir demir üretimini azalttık ancak hala kullanılabilir demir oluşumunu izleyebiliyorduk. Mantar ve bakterilerin güçlü mikrodalga ışınımına dayanıklılığı bizim için anlaşılmasa bir olaydu ama yapılan görüşmelerde mantar ve bakteri sporlarının beklenenden çok daha fazla dayanıklı olabileceklerini öğrendik. Sterilizasyon işini gerçekleştirmek için yüksek lisans çalışmaları süresince kullandığım ve gama ışınları veren Co⁶⁰ kaynağını kullandık ve steril olmuş çöl toprağında yapılan deneylerde sadece pH 2-3 aralığında elde edilen demir seviyesini izledik. Bir başka deyişle mantar ve bakterinin olmaması halinde kullanılabilir demir üretimi durmaktaydı.



Büyük Sahra'dan havalanıp Atlantik üzerinde yolculuğuna başlayan büyük bir toz bulutu. Sahra tozu yukarıdaki şemada anlattığı gibi güneş ışığında ve ıslak ortamda, okyanusta alg patlaması tetikleyen kullanılabilir demir üretiyor.

Martin'in ölümünden sonra, en azından alg patlamasının görülmeişinin demir eksikliğinden kaynaklandığı, bir çok kez, son olarak da Boyd ve arkadaşlarınınca 2000 yılında Nature dergisinin 407. sayısında gösterildiği gibi net bir biçimde kanıtlanmış bulunuyor.

Bu alglerden kokolitlerin, deniz ortamına DMSP (Dimetilsulfonopropionik asit) salgıladığı ve atmosfere çıkan bu kimyasalın Dimetilsülfat (DMS) ve daha sonra da metansülfonik asit (MSA) ara basamağından sonra, sülfat parçacığıyla sonlandığını daha önceki sayılarımızda da yazmıştık. Sülfat parçacıklarının bilinen en iyi bulut oluşturma çekirdeği olduğu ve oluşan bulutun güneş ışıklarını yansıtması sonucu iklim üzerinde soğuma baskısını arttırdığını da ayrıca belirtmiştik. Bunca bilene karşın bilim dünyası, şu ana kadar okyanus yüzeyindeki alg patlamalarının düzensiz bir biçimde her iki yarımkürede belirli mevsimlerde oluşmasını açıklayabilmiş değil. Bir deniz ortamı düşünün ki, her türlü davranışını biliyorsunuz; ya da o anda denizdesiniz ve ölçüm yapıyorsunuz. Biraz önce olması gereken oranlarda besin tuzunu ölçmediğinizi veya ölçseniz de alg görülmediğini düşünün. Ama bir sabah bakıyorsunuz ki, denizin üstü bir anda turkuaz rengine dönmüş ve her mililitrede milyonlarca kokolit var.

İzahı kolay değil. Bir hafta önce kötü bir sistem geçmişti, yağmur da yağmıştı, dalgalar azmıştı desek, son bir haftadır etraf günlük güneşlik, ne dalga var ne de rüzgar... Deniz desen, kaymak gibi dedikleri türden. Peki bu algler havadan da gelmediğine göre nereden geldi? Bu alglerin oluşum nedeni bugün de tam olarak bilinmiyor. Ama yukarıdaki iklimsel etkileri nedeniyle, bu ilmecenin mutlaka çözülmesi gere-

kiyor. İşte bizim katkımız da burada: Henüz bu yayında tam olarak detayları verilmese de, bu alglerin yukarıda sözü edilen, bir hafta önce yağmış yağmurlarla tetiklendiğini iddia etmekteyiz. Ama gelelim bu yağmurların içeriğine.

Çöl denince akla hemen kum yığınları gelir ve yanılmadığımız da gerçektir. Ama kum yığınlarının yanısıra, Paris-Dakar yarışlarından anımsayacağınız arabaların arkasından çıkan yoğun toz bulutlarıyla kendini belli eden ince topraklara da sahiptir. Ayrıca, hiç ummadığımız biçimde bakteri ve mantar zenginidir.

Genellikle meteorolojik koşullar, bu tozlardan yalnızca 10 mikron ve daha küçüklerini uzun mesafelere taşıyabilmekte. Bakteri ve mantarlarsa, yalnızca 1 mikron ve daha ufak boyutlardaki parçacıklardan oluşuyorlar. Yani, uzun dönemli taşınma sürecinde çölden beraber havalanan kil ve mantarların taşınım sırasında zamanla bir ayrışım uğramaları ve bakteri mantar kesiminin, aynı meteorolojik koşullarda dahi daha önde taşınması söz konusu. Bir başka deyişle Libya çöllerinden kalkan

tozların, örneğin 2000 kilometre uzaklıkta olan ülkemize ulaşması sürecinde bakteri mantar dalgasının tozlardan satlar önce gelmesi, ama Afrika batısından kalkan toz ve mantarlar 5-6 bin km uzaklıktaki Meksika Körfezi'ne ulaşmaya kadar bu ayrışımın çok daha önce olması ve bakteri ve mantarın, tozdan günlerce önce karaya ulaşması doğal olmakta.

Gelelim kısa mesafeli taşınmaya. Çölden kalkan tozlar, atmosfer yoluyla her iki yarımkürede de kutuplara doğru yaklaşan bir yönde taşınmaya girerler. Bu yönde zaman içerisinde bulut içerisine girme olasılıkları artar. İşte bizim gösterdiğimiz en önemli olgu da burada başlıyor.

Meteorolojik olay sonucunda çöl ortamından birlikte kalkan kil ve mantarlar genellikle çöl kaynağını terk edince, her nasılsa her iki yarımkürede de kuzeye ve güneye doğru hareket ederek bulutlarla karşılaşma ihtimallerini artırır. Çöl ortamını terk eden tozlar, Gobi'den kalkanlar hariç, çok kısa sürede hep deniz ortamı üzerine gelir. Nemsiz bir ortamdan gelen hava, denizin üzeri-

Bereketli Çöl

Çöl kökenli tozlar derken acaba yerküredeki her çölü mü temsil ediyoruz yoksa sadece elimizde örneği olan ve Sahra'yı temsil ettiğine inandığımız ve güney Tunus'tan toplanmış tek bir örnekten mi söz edeceğiz? Bu dönemde sadece Riyad'ın kuzeyinden gelen ikinci bir örnek ve bize Anadolu toprağını temsil edebilecektir denen beş ayrı toprak örneği ile de aynı koşullarda deneyler yaptık. Aynı koşullarda Sahra 4500 birim indirgenmiş demir üretirken Riyad örneği en fazla 800 birim demir üretebildi. Anadolu toprağının performansı ise, ne yazık ki, pek parlak değil: Sadece 100-200 birim arasında demir üretebildi. Evet doğru Arabistan kökenli toz da Sahra gibi davranmadı ama bunun nedeni belki ülkemizin de jeolojik geçmişinde yaşadığı nedenlere bağlı. Konumuz



olmadığı için net bir şeyler öne sürmemiz doğru olmamakla beraber Anadolu'nun ve Arabistan yarımadasının jeolojik geçmişleri denizin altında uzun süreler içeriyor. Oysa, özellikle kuzey Sahra'nın çok yakın geçmişi buzul dönemi sonrasında göller nehirler ve mümbit alanlarla dolu. İnancımız o dönemlerde biriken mantar ve bakterilerin önemli rol oynadığı yönünde.



Sahra tozunun yaş çökmesiyle oluşan alglerden *Emiliania huxleyi* ve İngiltere açıklarında alg patlaması.



Araştırmalar, çöl tozunun uygun koşullarda manipülasyonu ile geniş alanlara kar yağdırılabileceğini gösteriyor.

ne ulaştığında denizden daha fazla suyun buharlaşmasına ve bulut oluşumuna neden olur. Bulut ortamına kavuşan toz ve mantarlardan, sadece mantarlar bir damla suyla temas etmeleri sonucunda hemen aktif hale geçerler ve on beş dakika gibi kısa bir sürede okzalate çıkarırlar. Okzalate etrafta bulunan kil mineraline yapışmak için kullanan mantarlar kil mineralinin içerisine kadar girerler ve demir okzalate oluştururlar.

Bu bileşik, eğer atmosferik taşınım sürecinde bulunduğu enlem ve boylamda güneş enerjisi yeterliyse, demiri indirgeyebilmekte ve yazının başında bahsettiğimiz +2 haldeki demiri açığa çıkarmakta. Reaksiyon sonucunda ortama bir mol karbon dioksit bir mol de karbonil radikali çıkmakta. Bu radikalin bir başka kil mineralini etkilemesi ve ortama yeni bir demiri çıkarması beklenmektedir. Ortama çıkan karbondioksitse, sera gazı olması nedeniyle iklim değişikliğine olumsuz yönde katkı yapması beklenen bir molekül.

Pratik Sonuçlar

Kullanılabilir demirin okyanuslara yapay olarak verilmesi, ortamda alg patlamasına yol açması bilim dünyasında birkaç kez deneylerle gerçekleştirilmiş bulunuyor. Bizim gösterdiğimizize, doğanın demir tohumlama sanatını nasıl gerçekleştirdiği. Rüzgarlarla çöl ortamından kalkan tozlar, mantarlar ve bakteriler, o meteorolojik olayın etki sürecinde çeşitli coğrafi bölgelerin üzerinde gece ve gündüz yol alırlar. Bu süreçte eğer güneş enerjisi yeterliyse, kullanılabilir demir açısından zengin yağışların okyanusu etkilemesi gerekir. Bizim iddiamız da özellikle bahar ve yaz döneminde sağanak şeklinde yağış yağmurların, alıcı bölgelerde özellikle kokolitlerden oluşan alg patlamalarına yol açacağı.

Kokolit patlamaları uzun süreden beri bilim dünyasını yakından ilgilendirmekte. Nedeni, bu alglerin kalsiyum karbonattan oluşan kabuklarının iklim değişikliği dönemlerinde deniz dip çamurlarında aşırı birikim göstermesi. Bu

alglerin bir diğer özelliği de, yaşam sürelerinde ortama DMSP olarak adlandırılan çok özel bir kimyasal maddeyi salmaları. Denize bırakılan bu bileşik, daha sonra atmosfere çıkmakta ve DMSO-DMS-MSA ara basamaklarından sonra sülfat parçacığıyla sonlanmakta. Sülfat parçacığıysa, bilinen en iyi bulut oluşturma çekirdeği. Bulutların fazlaşması, yerküreye gelen güneş ışığının uzaya daha fazla yansımaya, yani yerkabuğunun soğuması anlamına gelmektedir. Buzullarda yapılan çalışmalarda, buzullar içinden örnekler alınmakta ve günümüzden 150-200 bin yıl öncesinin atmosferi hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır. Kutuplardan alınan örnekler, bize geçmişteki o günler hakkında bilgiler de verebiliyor. Yapılan analizlerle buzulun yaşı, içerdiği organik veya inorganik maddelerin miktarı dahi belirlenebiliyor. Bu bilgiler, artık bilim dünyasının kullanımına açık ve aşağıda verilen siteden ulaşılabilir.

<http://ingrid.ligo.columbia.edu/SOURCES/ICE/CORE/>

Geçmişte yerkürenin sıcaklığı nasıl değişti diye bakarsanız, yerkabuğunun günümüze göre çok daha soğuk ya da sıcak dönemler geçirdiğini görebilirsiniz.

Aynı dönemde kutuplardaki atmosferik toz bulgularına bakılırsa, tozun da günümüz atmosferine göre çok daha fazla ya da az olduğu dönemlere de görülebilir.

Bu iki veri aynı jeolojik zaman ölçeğinde üst üste getirilirse, tozla sıcaklık arasında tamamen ters bir bağlantı olduğu açıkça görülebilir. Bir başka deyişle, havadaki toz miktarı arttıkça, yerkabuğu soğumakta. Bunu tozların güneş ışığını yansıtma özelliğine de bağlamak mümkün. Ancak, yine buzul ör-

Değerli Kaynak

GRL makalemizin de en son paragrafı buna ayrılmıştır. Çöl, şimdiye kadar değerli olarak adlandırılan toprakların değerlendirilme olasılığı ve en önemlisi de bu alanlara sahip Afrika ülkelerinin halen kalkınma sırasında geride kalmış olan ülkeler olması. Buradan belki de çıkması gereken derslerin en önemlisi, dış politikamızla uğraşan kişiler için olacak. Öyle ya, değersiz sanılan topraklarını değerlendireceğimiz ülkelere yönelik politikamızın, bu verilere göre yeniden şekillenmesi. Karşılıklı çıkara dayanan yeni politikaların geliştirilmesi. Zaten ortaya koyduğumuz yaklaşımın en güzel ta-



rafı da bu. Birçok disiplini bir araya getirme sanatını en iyi gerektiren bir yeni uğraş alanı, sonuçları itibarı ile de insanlığa yararlı olması. Kaynakta yapılacak daha çok işler var. Araştırmalar bu toprağın hangi kesiminin daha yararlı olacağını ve buna uygun ayrıştırmaların nasıl yapılacağını ortaya koyunca, çöllere yepyeni bir anlayışla kurulacak ayrıştırma üniteleri o bölgelerde yeni iş sahaları açacaktır. Bu tozların taşınması ve ihracıysa, ülkeye yepyeni kazanç sağlayacaktır. Kaynağa sahip ülkelerin böyle

yeni gelirlerine olan gereksinimleri zaten ortada. İklim değişikliği nedeniyle bu ülkelerdeki suyun azalması, buna paralel olarak tarımsal üretimin de azalması bu potansiyel ek gelir kaynaklarının ne derece önemli olduğunu açıklamakta.



Prof. Dr. Cemal Saydam Tunus'ta çöl toprağını inceliyor.

neklerinde alglerden kaynaklandığını bildiğimiz ve sülfatla sonlanan MSA ölçümleri de yapılmakta. Bu sonuçları da aynı jeolojik zaman ölçeğinde çökelen MSA değerleri ile karşılaştırırsak, yerkabuğu sıcaklığı, toz ve MSA arasındaki ilginç bağlantıyı görebiliriz. Bir başka deyişle, yerkabuğu sıcaklığı

azaldıkça, havadaki toz miktarı ve alglerden kaynaklandığını bildiğimiz MSA düzeyi artmakta. Tam tersine, yerkabuğu sıcaklığı arttıkça da, havadaki toz miktarı ve MSA azalmakta. Bu durumda, özellikle

MSA üretimine katkısı olan kokolit patlamasının kontrol edilmesinin ne gibi sonuçları olabileceği herhalde herkes için açık.

Buzul çağında havadaki toz miktarının artması, ilk bakışta çoğu kişiye ters gelmiş olabilir. Toz, kurak ortamın ürettiği. Buzulsa, soğuma sonucunda olu-

şuyor. Nasıl oluyor da havada toz arttıkça yerkabuğu sıcaklığı ve aynı anda MSA oluşumu artıyor? İşte, işin püf noktası da burada. Ekvator kuşağında, günümüzde olduğu gibi sıcaklık arttıkça, atmosfere çıkan toz miktarı daha fazla artmakta. Her iki yarıkürede de, kuzeye ve güneye taşınan tozların bulut içerisinde gündüz vakti bulunma olasılığı daha da yükselmekte. Dolayısıyla, yerkürede denizlere kullanılabilir demir akısı artmakta, bu da özellikle kuzey ve güneyde kokolit oluşumunu tetiklemekte. Kokolitlerin de atmosfere sülfatla sonlanan kimyasal maddeyi çıkarması sonucunda daha fazla bulut oluşmakta ve yerkabuğu ekvator bölgelerde daha sıcakken kutuplarda daha soğuk bir hale gelebilmekte. Bu varsayımları destekleyecek olan bulguları bilim dünyasındaki yayınlardan bulabilmek mümkün.

Bütün bu bulguları söylememizin nedeni, alg oluşumunu ve özellikle kokolit oluşumunu etkileyen faktörlerin bulunması halinde iklim üzerinde istenilen değişikliklerin yapılabilmesinin olası hale gelebilmesi.

Doğayı İzle

Bilim dünyasının halen nedenlerini bilmediği, ancak GRL yayınıımızda bahsettiğimiz gibi, alg oluşumunu etkilediği çeşitli deneyler sonucunda kesin bir şekilde bilinen kullanılabilir demirin atmosfer yolu ile gelebilmesi sonucu, doğal yöntemlerle alg oluşumunun kontroli mümkün olabilecektir.

Özetleyelim: Çöl kökenli tozlar, uygun zaman ve yerde bulut içerisinde kullanılabilir demir üretme kapasitesine sahip. Bu yolla demire kavuşan yağmurlar da deniz ortamında alg üretimine neden olmakta ve bilim dünyasının henüz nedenlerini çözemediği okyanus üzerinde dağınık alg patlamalarını tetiklemekte. Deneyimizde düğmeyi kapatarak sağladığımız gece ortamının doğa tarafından gece olunca gerçekleştirilmesi, ertesi güne kadar atmosferdeki oluşumun belirli bir mesafeyi o günkü koşullarda kat etmesi ve ertesi gün bir başka yerde aynı koşulları sağlaması ve indirgenmiş demirle bir başka yöreyi tohumlaması ve o bölgede takip eden günlerde yeni bir alg patlaması. Bu olayların bulut içerisinde toz kalmasına dek süregelmesi...

Havana İster misiniz?

Deneylerimizi gerçekleştirdiğimiz, TÜBİTAK Ankara Test ve Analiz Laboratuvarı'nda (ATAL) bulunan bir alanın üstünü bir naylon düzenele kapatıp basit bir sera kurduk. O alanda bulunan asma, sera ortamında bir anda gelişti. Biz de bunu fırsat bilip, asma yapraklarına çöl kökenli tozların etkisini görmek için bir dizi deney gerçekleştirdik. Yaptığımız şey, çöl toprağını bir akvaryuma koymak ve üzerine de 1000 Watt gücünde bir halojen lambayı birkaç saat açık tutmaktan ibaretti.

Akvaryumdaki suyu bahçe tipi ve elle çalıştırılan bir pülverizatöre koyup asmaya sıkamak işini de, neredeyse aklımıza gelince uyguladık. Çünkü doğada da yağmur bir gün içerisinde birkaç kez yağabildiği gibi uzun bir süre de yağmayabiliyor. İşte bu ortamda gelişen asma yapraklarının boyutları anormal derecede büyüdü.

Yapraktan beslenmeye zorlanan bitkinin yaprak alanını büyütmesi, beni (sigara içmediğim halde) tütün yaprağının alanının büyütülmesi çalışmalarına itti. Tabii bundaki yaklaşımın ana nedeni, Sahra kökenli tozların neredeyse tüm yıl boyunca çeşitli boyutlarda ve atmosferik seviyede devamlı bir şekilde Amazonlar'a ve Meksika Körfezi'ne doğru taşınmasının uydu verileri ile net bir şekilde izlenmesi oldu. İki şey iddia ettim: Dedim ki, Amazon ormanlarını Amazon yapan, ayrıca da Küba'nın puro tütününü yetiştirmesinin nedeni çöl tozlarıdır. Amazon için yapabileceğim bir deney yoktu; ama tütün yetiştirme için yapabileceğimiz bir şeylerin olduğuna inanıyordum.

Yine ATAL arka bahçesine yan yana iki paralel mini sera kurduk ve tütün fidelerini diktik. Bir serayı güneşin altında tuttuğumuz sahra tozu suyuyla, ötekiniyse bu karışımı hazırlarken kullandığımız şehir suyuyla, yine iki ayrı pülverizatör kullanarak yapraklardan besledik. Çapraz kirlenmeyi önlemek için çöl tozu uygulamadığımız serayı uygulama süresince iyice kapattık. Sıcak yaz günlerinde her iki serada da toprağın kuruyup çatlamasını izleyince, her iki seranın toprağına da yalnızca su verdik. Tütünler beklendiği gibi gelişti: Çöl tozu uygulanan yaprakların büyüklüklerinde gözle görülür bir gelişme vardı. Bunlarda ayrıca fazladan yaşam da vardı. Tütün yaprağının altı tamamen böceklendi. En sonunda seramızda görüntüsü güzel olan minicik beyaz sinekler dahi oluştu.



Pamuk zararlısı bu sineklerin nasıl olup da bizim seramızda büyüdüğünü anlamadım ama hale bu sineklerin dahi çöl kökenli tozlardan kaynaklanabileceğini düşünür dururum.

Hasat mevsiminin geldiğini bize yapraklar bildirdi ve yaprakların tümünü topladık. Sonuç, Küba'da neden puro tütününün yetiştiğini destekleyen şekilde oldu. Yapraktan alanını neredeyse %100 arttırmıştık. Daha sonra tütünün tütün yapan kimyasal nedir diye araştırdık. p-nikotin denen şeyin önemli olduğunu öğrendik. Bu deney bize dolaylı olarak neden Amazon'un Amazon olduğunu da göstermişti. Alizeler (Trade Winds) ile yılın neredeyse her günü Afrika'nın batısından Güney Amerika'ya doğru taşınan tozlar, genellikle Atlantik Okyanusu'nu kuru olarak geçerler. Amazon üzerindeyse, kuru çökelseler bile oluşan günlük yağışlarla aktif hale geçen mantarlar söz ettiğimiz reaksiyon zincirini gün boyunca sürdürür ve ortama kullanılabilir demiri sunarlar. Doğanın yapması gereken şeyse, bizim deneyde gösterdiğimiz şekilde yaprak alanını büyütmekten ibaret. Yalnızca bu da yeterli değil. Atmosferden yağmurla inen tozların içerdiği kullanılabilir demir çok kararsızdır ve hemen kullanılması gerekir. Bu nedenle yağmurla ilk temas eden yaprağın kullanılabilir demiri öncelikle alma şansı daha fazladır. Çöl kökenli tozların binlerce seneden bu yana kıtalararası taşınması sonucunda Amazon ormanlarında oluşan doğal rekabet sonucunda daha uzun olan ağaçların yaşama şansı olmaktadır. Bu da doğal olarak daha kalın ve yaprağı geniş ağaçların oluşmasına yol açmaktadır. İşte neden sonuç ilişkisi. Buradan hareketle bulut tohumlama sonucunda ormanlar üzerine kullanılabilir demir yağdırmayı başarabilirsek ormanlarımızı doğal yöntemlerle geliştirmemiz mümkün olacaktır.

REKLAM SONY



Ağaçların Özlemi

Bunca uğraşından sonra öğrendiğim şey şu oluyor: Doğa bir bütün. Biz kendi uzmanlık alanlarımızı her nasıl yaratmışsak yanlış yapmışız. Bu bütünü içerisinden bir kesime yoğunlaşmış bütünü göz ardı edince, sistemin ne kadar uyum içinde çalıştığını görememişiz, halen de bunda ısrarlıyız. Ülkenin bulunduğu enlem ve boylamda doğanın özellikle bahar döneminde canlanmasını hep ağaçların kış uykusundan uyanması şeklinde algılamışız. Ağaçların çiçek açmasını da doğal bir sonuç olarak algılamışız. Ağaç işte, bahar mevsimi ile birlikte havaların ısınması sonucunda tomurcuklanır ve bir gün gelir çiçek açar. Zaten o günlerde de insanların alerjileri tutar. İlgiyi kurmuşuz; yine de asıl nedeni hep havaların ısınmasına bağlamışız. Yaşadığımız her bölgede ağaçlara dikkat edin. Aynı türden ağaçların, arada yaş farkı, mesafe farkı, dalların en ucu ile gövdeye en yakın yerinin farkı gözetmeden aynı gün çiçeklendiğini izleyeceksiniz. Ne oluyor da bu ağaçlar aynı gün çiçek açacaklarını biliyorlar? Eğer aynı cins ağaçlar aynı gün çiçek açıyorsa hepsini tetikleyen ortak bir uyarı mekanizması olmalı. Hepsinin kökleri toprakta. Demek ki, topraktan hepsini aynı anda etkileyebilecek bir mekanizma bulunsa, aynı cins ağaçların aynı coğrafi bölgede aynı anda veya günde açmasını sağlayabiliriz. Örneğin, bir elektriksel akım. 300 Volt'luk bir uyarı, örneğin kayısı ağaçlarının o bölgede açması için gereklidir diyebiliriz.

İşte yeni bir olgu. Doğa, çöl kökenli toz bulut ve güneş enerjisini bir şans eseri olarak birleştirebilirse, alg oluşumuna neden olabiliyor. Demek ki biz de doğayı taklit edebiliriz. Zaten bilim dünyasının yaptığı, yapmak istediği de bu değil mi? Doğanın nasıl çalıştığını anlamak ve ona en doğal biçimde müdahale etmek... İşte bundan sonraki sanatımız da bu yönde gelişecek. Eğer toz gelmezse, tozu ithal edeceğiz. Biz ettik. Eğer toz bulutla buluşmazsa? Bunun için de gerekli teknoloji var: Uçakla tozu bulut içerisine serpmek mümkün. Biz bunun için de gerekli olanakları sağladık.



Ama biliyoruz ki böyle bir uyarı sistemi mevcut değil. Tek ortak yan o gün etkili olan atmosferik koşullar. İşte GRL yayını da bu denli bir uyarı mekanizmasını içeriyor. Kullanılabilir demir içeren yağmur. Tomurcuklanma sürecini tamamlamış aynı cins ağaçların o coğrafi bölgede yaş, boy sınırları gözetmeden gündüz yağış alan bölgelerde aynı anda açmalarını sağlayabilecek bir tetikleme mekanizması. Olmayabilir de... Biz sadece tabiata bu gözle de bakılmasını öneriyoruz. Biz yanılıyorsak kendi varsayımlarımızı unutturuz. Yanlışmış der bırakırız. Ama eğer haklıysak, dediğimiz yöntemle ağaçların çiçek açmasını tetikleyebilirsek, önümüze açılan kapıdan içeri girmek için de hiçbir neden yok.

Doğaya kullanılabilir demir ve bu oluşuma neden olan çöllerde bulunan ve meteorolojik yollarla taşınan bakteri ve mantarlar açısından bakarsanız çok ilginç yaklaşımlar da öne sürebilirsiniz. Çöl kökenli tozlar mutlaka yağışla yere inmiyor. Bu tozlar genellikle kuru halde yere iniyor ve örneğin yaprakların yüzeyinde de birikebiliyor. Bu tozların bir damla suyla temas etmeleri halinde bereber çökdiklerindeki bakteri ve mantarların aktif hale geçip okzalit üreteceklerini ve daha sonra kil mineraline yapışabileceklerini ve kullanılabilir demiri açığa çıkarabileceğini artık biliyoruz. Bir an kendinizi yaprağın yerine koyun ve düşünün. Sizin için en yararlı olan bir madde üzerinizde duruyor ve sizin ona ulaşmanızı bekliyor. Bu maddenin de sizin istediğinizi vermesi için gerekli yegane şey, bir damla su. Hem o bir damla suyu verirsiniz size en faydalı şeyi ve ilaveten de harcadığınız suyu da geri verecek. Verirmisiniz vermez misiniz. Ben olsam hemen veririm. İşte yaprak ta bunu terleme yolu ile yapıyor. Bu tozların geldiğini hissettiği zaman ve bence güneş ışığı olduğu zaman yaprağın su kaybedecek yani terleme olarak adlandıracağımız mekanizmayı hareket geçiyor. Nedeni bence verdiği ilaveten çok daha değerli ve gelişimi için elzem olan maddeleri kazanmak.

Alg, okyanuslardaki besin zincirinin temel unsurlarından birisi. Önemi de balıkla sonlanan besin zincirinin en önemli halkası olması. Biz çıkıp da alg patlamasına neden olan olayların atmosferde bulutu çöl kökenli tozla tohumlama sonucunda da oluştuğunu gösterebiliyorsak, sonuçta sürdürülebilir balıkçılığın olabileceğini de gösterebiliriz. Yapılacak şey, uygun zaman ve yerdeki bulutu, doğanın yapmak istediği şekilde tümüyle doğal bir malzeme olan çöl kökenli tozla tohumlamak. Gerisini de bulutun ve güneş enerjisinin yapmasını sağlamak. Bulut tohumlama dedik. Tohumlama için

çöl kökenli toz dedik. Şimdi de kaynağa gidelim, çöllere. O uçsuz bucaksız ve şimdilik hiç bir işe yaramaz zannedilen topraklara. Bilmem hiç o yörelere gittiniz mi? Ben gittim. Tunusun güneyindeki Tozeur şehrine gittim. Güney Tunus'ta 100 kilometrekarelik bir alanda bir gün dolaştım, örnekler topladım. Oraya gidince o ortamın içine girince anlatmaya çalıştığım konunun algılanmasının ne denli zor olduğunu da gördüm. Beni gezdiren iş adamlarının da dediği gibi, değer etmesi kabul edilemeyecek kadar bol bir maden. Her yer o benim aradığım toprak. Eh bu kadar da bol olunca bu toprağın değerlendirilebileceğini kabullenmek tabii ki zor. Ama zaten bu bolluk ta jeolojik geçmişe dayanıyor. Eminim ki gezdiğimiz alanlar bundan 9-10 bin sene önce göl tabanıydı ve biz o dönemde çökelmiş olan dip çamurlarının üzerinde dolaşıyorduk.

Kaz Gelecek Yerden...

Buğdayın ekimi ülkemizde Ekim Kasım ayında yapılır. Yani, çöl kökenli tozların en fazla gelebileceği ikinci zaman içerisinde; ama bir yandan da güneş enerjisindeki azalmaya paralel olarak kullanılabilir demirin azaldığı dönemde. Kışı, gelse de kullanılabilir demir içermeyen tozlu karların altında geçiren buğdayın bahar mevsimi ile canlanmasını doğal karşılarız. Ama neden o canlanmanın çöl kökenli tozlarla gelen kullanılabilir demirin tetiklenmesi sonucu oluşacağını hiç düşünmeyiz? Tozun içerdiği mantar ve bakteriler kadar, reaksiyon sonucu oluşan karbondioksitin de tetikleyici olabileceği neden hiç araştırılmaz? Hepsini bir kenara koyalım ve gelişen buğday yaprağına eğilelim.

Deneme için bir tanesini koparalım ve elimizle aşağıdan yukarı doğru sıvazlıyalım. Parmaklarımızın arasından kaydı gitti değil mi? Peki şimdi aynı işi ters yönde uçtan dibe doğru yapalım. Takıldınız kaldınız. O yaprakta bulunan çıkıntılar, parmaklarımızın arasından yaprağın rahatlıkla aşağı doğru kaymasını nasıl da engelledi. Acaba neden? Bence, bu yapı atmosferden gelen her ne olursa olsun tutmak için çok uygun!...

Bir damla su düşünün. Yağmurla yaprağa temas eden bir damla su.

Ama bulut içerisinde mantar ve bakterilerin yardımıyla çöl kökenli tozların içerdiği kili parçalamış, kullanılabilir demiri de içerdiği mantar ve bakteri ile organik hale getirmiş, ayrıca etrafında az, ama gerekli olan diğer besin elementlerini, en azından GRL dergisinde yer alan sözkonusu yayında gösterilen demirin yanı sıra, çinko ve manganı da içersin. Yetmedi, çölden gelen fosfatı da, havada aktif hale geçen bakteri ve mantarı, havada bol olan azotu da içersin. Özetle bu, sadece yağmur değil, gübreleme. İşte böyle bir yağmur damlasını, o buğday yaprağının toprağa inmeden önce kendi süreçlerinin gerektirdiği kadar uzun bir sürede yaprak üzerinde tutması ve daha sonra her türlü aktif maddesi kullanılan su damlasının da toprağa düşmesine izin vermesi gerekli.

Peki ne kadar alacak? Ne kadar yağmur yağacağını bilemeyen yaprak, yağdığı sürece almaya ve alını daha genişletmeye, uzamaya programlı. Ne zaman ki yağış belirli bir süre olmaz, o dönemde de “neslini geliştir” komutu baskın çıkıyor ve buğdayın bizim için değerli olan başağını oluşturmaya başlıyor. Ama o dönemde dahi yağmur olsa o yaprak yine onu almaya devam edecek. İşte size buğdayın büyüme sürecine atmosferden gelen kullanılabilir demir açısından bakma sanatı... Ama yağmur, yağdığı dönemde sadece yaprağa değil, toprağa da düşmekte. O zaman da yağmurdaki su ve suyun

dışında tüm değerli maddeler toprağa geçmekte. Peki bunlar yalnızca varsayımı mı? Yoksa bu olguları temel alan deneyler gerçekleştirdik mi? Yanıt, elbette evet. (bkz: çerçeve: Havana İster misiniz?).

Harran'a Demir Gerek

Denemelerimiz sadece bir sera ortamına bağlı da kalmadı. Uygulamalar da yapıldı. İncigül Polat arkadaşımızı Harran'da TÜBİTAK'ın deneme tarlasında çöl kökenli tozların pamuk üretimine etkisini de bir sezon boyunca uyguladı. Bir metreköplük bir tankta çözülen çöl tozu gün boyu güneş altında bekletildi ve deneme tarlasına verildi. Kontrol tarlasına da normal olarak Atatürk Barajı'ndan gelen su verildi. Sezon sonunda her iki tarladan da örnekler toplandı ve elde edilen ürün tartıldı. Aradaki fark tarımla uğraşan kişilerin kabul etme sınırından da ötede % 11 lik bir artışı gösteriyordu. Deneme tarlasından ve normal kontrol tarlasından alınan örnekler Köy İşleri Topraksu Araştırma Laboratuvarları'nda analiz ettirildi. Sonuç yine olağanüstüydü. Toprağın en önemli parametresi olarak adlandırılan kullanılabilir demir oranlarındaki



Atatürk Barajı'ndan Harran'a su taşıyan sulama kanalı.

artış %300 düzeyindeydi. Topraktaki organik madde, organik fosfor miktarları da önemli ölçekte artmış, tuzluluksa bir nebze azalmıştı.

Bu sonuçlardan sonra Harran sulama kanalındaki suyun kullanılabilir demirle zenginleştirilmesini ve ürünün en azından %3-5 artırılmasını öncelikli bir gereksinim olarak değerlendiriyoruz.

Akla gelecek soru, denizde alg patlamasını gözlememize karşın, tatlı su da bu izlemeleri yapıp yapmadığımız. Yanıtısa, evet. Spirulina, ticari olarak da satılan mikroskopik bir yosun. Protein ve vitamin deposu olması nedeniyle 0 kolesterol ancak %65 protein, %20 karbonhidrat %5 yağ %7 mineral içeren bir yosun. Bu algin ideal şartlarda üretimi için ithal malı bir besi ortamı kullanılmakta. Yapılan çalışmalarda bu ithal malzeme yerine yerel kaynaklardan bir takım besi ortamları geliştirip bu algin ekonomik üretimi yönünde. Önerimiz üzerine bu algin yetiştirilmesi sürecinde ithal malzeme, yanısıra bir de çöl kökenli toz kullanıldı. Yani kullanılabilir demir içeren yağmur suyuyla sulandı diyelim. Sonuçlar şaşkınlık verici. Sanki yoktan Spirulina üretildi. Ama yaptığımız aslında olması gerekendi. Biz yalnızca doğayı taklit ettik. Diyelim ki üretimi de artırmadık ve ithal besi malzemesi ile aynı düzeyde sonuç aldık. Yine de bizim ürünümüzün çarpanı besi ortamına göre en azından 5 kez daha kazanç getiriyor olmalı. Çünkü bizimki tabii üretim. Organik tarım falan da değil; tümüyle tabii üretim. Gelişen toplumların giderek daha hassas olduğu üretim şekli. Yani bu yöntemle geliştireceğimiz her türlü ürünün ederi, ekonomimize çok ama çok fazla katma değer yaratacak potansiyelde. Yeter ki kendimize inanalım.



Toz = Balık

Bilmem dikkat etmiş miydiniz, geçen sayılarda Bilim ve Teknik dergisinin forum köşesinde “Hamsi Aklı” diye bir yazıyla Karadeniz'de hamsi stokları ile alg patlamaları arasında ilginç bir bağlantı kurmuş ve belki de yapmamam gereken bir öngörü ile 2002/03 sezonunda hamsi stoklarında beklenmeyen azalmalar olacağını söylemişim. Balıklarımızın hoşuna gitmeyecek ama bu öngörüm halen devam etmekte. Aradan geçen zaman içerisinde 2002 yaz sezonu boyunca uydularca izlenen kokolite patlamaları, Ağustos ayının ikinci yarısına kadar analiz edildi ve 2003/04 sezonu için öngö-

rülen balık stoklarının sevindirici düzeylere çıkacağını gösterdi. Eğer yaklaşımımız doğruysa, bu dönemde hamsi balıklarının yumurta bırakması için gerekli olduğunu öne sürdüğümüz tetikleme olayları bu yaz sezonunda çok oldu. Dolayısıyla, geçen yıl yumurta bırakmadığımız varsaydığımız balık sürüleri, bu yaz sezonunda bol yumurta bıraktı. Ancak daha çok küçük olan bu yavru hamsilerin, bu kış sezonunda yasal boyutlardaki ağlardan kaçacak olmasını ümit ederim; ama eğer yakalanırlarsa bu seneki hamsi balıklarını çok küçük boyutlarda tüketeceğiz. Eğer yaklaşımım bu sezon balıklarımızı üzme pahasına kanıtlanırsa o zaman da Karadeniz'de sürdürülebilir balıkçılık sağlayabilme yolunda önemli bir adım atmış olacağız. 2003 yazında Karadeniz üzerinde bulut tohumlama uçakları dolaşıp duracak. 2004/05 sezonu tüm Karadeniz ülkeleri için sürdürülebilir balıkçılık sezonunun başlangıcı olarak kabul edilecek. Bu öngörüler, sonuçları bakımından küresel anlamda balık stoklarının sürdürülebilirliğinin de garantisi olacak.



Cölden taşınan tozın uygun ortamlarda buluta enjekte edilmesiyle yağış oluşturalabileceği düşünülüyor. Prof. Saydam, deney için hazırlanan uçağın önüne



stratejik madde olduğu bir düzen. Bugün için hayal dahi edilemeyen sürdürülebilir balıkçılığın, tarımın ulaşılabildiği bir düzen. Açlığa, yoksulluğa çare bulma yolunda büyük adımlar atabilme evresine gelmiş bir dünya düzeni. Alıcıya da, satıcıya da faydalı bir çöl

Bulutları Tozlamak

Gelin biraz da buraya dalalım. Bulutları tozlayalım. Önce bulutlara ulaşalım. İçerisinde toz bulandırmayan bulutları toz ekleyeceğiz ve gerisini o doğal fabrikanın yapmasını sağlayacağız. Alın size yangın söndürme uçakları için ikinci bir iş daha. Bekleme devresindeki tozu alıp bu uçaklarla bulutların içerisine serpip başımızın üzerinde en az birkaç kilometre yüksekte olan fabrikanın düğmesine basmamız mümkün olacak. Sonuç, yere kullanılabilir demirin inmesi. Şunu diyebilirsiniz: Tozu bulutların içine atınca yağış oluşturma- cağını da nereden biliyorsunuz? Evet biliyoruz...Uzun yıllardır Doğu Anadolu'da işlettığımız kar rasat istasyonlarından elde edilen sonuçlar, bize her kar yağışında üzerimizden bir toz bulutları geçtiğini, eğer toz bulutları olmaz-

sa kar yağışı olmadığını gösterdi.

Bu sözle de yepyeni bir paragrafa başladık: Kar ve toz. İki zıt olgu. Toz, sıcak günlerin olgusu, kar kışın yağışın düşme şekli. Geçen sayılarda yayımladığımız "Çöl Tozundan Kar" yazımızda bu konuyu daha derinlemesine izlemiştik. O günden bu yana yaptığımız çalışmalar bize daha da cesaret verdi ve artık uygulama safhasına kadar gelebildik. Bu amaçla Sahara'dan 40 ton (dile kolay ve bildiğimiz kadarıyla dünyada ilk kez) üzere toz ithal ettik. HvKK/THK desteği ile bir Cheyenne uçağında gerekli değişiklikleri yaptık ve artık uygulama aşamasına kadar geldik.

Bulutları tozlamak!.. Bilimin güzelliği, sürükleyiciliği, heyecanı da burada işte. Öyle bir bilim dalı yarattığımızı inanıyorum ki henüz adı dahi yok. Ama hayal edebiliyorum, bulutların

alanı. Yepyeni kaynaklar bulmak için seferber olmuş bilimadamları. Bulutların içerisine gerçekleşen olayların aynen yerde de tekrarlanabilmesi. "Havadan su yapma sanatı" nı geliştirmek, "havadan gübre yapma sanatı" nı uygulamak. Sonuç olarak yer küredeki hidrolojik döngünün ve iklimin kontrol edilebildiği bir düzen. Bunları temel alan yepyeni bir dünya düzeni yaratabilmemiz ve bu düzende diğer ülkelere düşecek görevleri öngörebilmemiz. Çünkü, kendi atmosferindeki olayları isteğine göre düzenleyebilen bir ülke başkalarının atmosferini de düzenleyebilir.

Yazının başında, size kullanılabilir demir üretimi sonucunda ortama bir mol karbondioksit, bir mol de karbonil radikali çıkıyor demiştik. Bu işlem, doğal şartlarda bulut içerisinde olmakta ve bulut içerisindeki mantar ve bakteri

Nadasa, Anıza Son



Nadas, özellikle tabii sulama yöntemiyle su alan tarımsal alanlarda sürdürülebilir verimlilik için gerekli olduğu varsayılan uygulama. Bu uygulamayla toprağın bitki gelişimi için gerekli olan besin maddelerini depolamasının ve ayrıca taban suyunun da gerekli düzeylerin altına düşmemesinin sağlandığı varsayılmaktadır. Peki bir sene süresince boş kalan tarla, bu süreçte nasıl bir etkileşim geçirmektedir. Bu dönemde tarlada yapılan tek uygulama eğer yapılsa toprağın sürülmesi ve dolayısı ile havalandırılması olmaktadır.

Ekimin biçilmesini izleyen, yani konumuna göre Haziran/ Temmuz döneminde, bir yıl sonraki ekim zamanı olan Ekim/Kasım'a kadar yalnızca atmosferle etkileşimde olan tarlaya, bu dönemde metrekaresine en az birkaç kg olmak üzere çöl kökenli toz gelmektedir. Bu sürecin pek çok kez tekrarlanması sonu-

cunda toprak toz bakterisi ve mantar açısından zenginleşmekte ve güneş enerjisinin yeterli olduğu dönemlerde de kullanılabilir demiri yapmaktadır. Yağmurla toprağın ıslanması sonucunda bakteri ve mantarlarla birlikte kil mineralleri de toprağın o günkü şartlarda ulaşabildiği derinliklerine kadar inmekte ve toprağın atmosfer yolu ile zenginleşmesine neden olmaktadır. Bizim yaklaşımımıza göre, bu olaylar toprağın zenginleşmesi sürecinde doğal olarak gerçekleşmesi gereken süreçler ve örneğin, yıllardan bu yana gelişim gösteren orman arazisindeki toprağın da zenginleşmesini açıklayabilmekte. Peki nadas olarak adlandırılan uygulamaya gerek var mı? Bence hiç de gerek yok. Özellikle atmosferdeki tozların küresel ısınmanın da etkisi ile giderek arttığı bir dönemde bu doğal kaynaktan en büyük ölçüde yararlanmak için bu uygulamadan bir an önce vazgeçmek ve alışlagelmiş tarımsal uygulamaların dışına çıkmak gerekmektedir. Bunun en canlı örneği ormanlarda görülmektedir. Son senelerde ormanlarımızda olağanüstü bir gelişim izleniyor.

Akla hemen yağmur geliyor. Atmosferdeki karbondioksitin artması sonucunda bitkilerin daha da çok gelişeceği zaten öngörülmüş bulunuyor. Ama neden damıtık su olarak bildiğimiz yağmur, uzun seneler sonunda toprağın faydalı minerallerini tüketip ormanların dahi fakirleşmesine neden olmuyor? Ne-

den giderek ormanlar daha fazla gelişebiliyor? Ancak doğaya bir de çöl kökenli tozların getirebileceği toz bakterisi mantar ve kullanılabilir demir açısından bakınca manzara tamamen değişebiliyor.

Buradan hemen anız yakma problemine girelim. Nedeni ne olursa olsun en azından orman varlığını tehlikeye düşürme potansiyeline sahip bu işlevi kesinlikle ama kesinlikle durdurmamız, bunun için çiftçimizi bilinçlendirmemiz gerekmektedir. Doğa ana bize her türlü yararı sağlasın diye bakteri ve mantar zengini toprakları onca emek sarf edip getirsin, sen kalk bunları anızla beraber yaktuğın ateşte öldür! İşte anız yakma sonrası bir sene sürmesi gerekli olan nadasın açıklaması. Tarlanızı sterilize ettikten sonra, eğer gelirse en azından bir sene süre ile toprağınızı atmosferle etkileşime bırakmanız ve yeniden doğal bakteri ve mantar seviyesine ulaşmasını sağlamanız şart. Zaten doğanın akışı böyle olmasaydı, anız yakmadan sonra toprak hemen sürülüp ekilebilir ve daha çok verim alınabilirdi. Son bilimsel gelişmeler de anız yakmanın tek kelimeyle toprağı katletmenin kanıtı. Bunun için en kısa zamanda yaygın bir eğitim sürecine girmemiz ve çiftçiyi kesinlikle bu doğrultuda eğitmemiz gerekmektedir. Zaten bu açıklamaları yapınca, doğal olarak çöl kökenli tozların etkisini bilen bu insanların bereketli yağmurların nedenini hemen kavrayacağına eminim.

ortaya çıkan demiri organik hale getirip kullanmakta. Kil minerali yapısının bozulmasıyla ortama çıkan çinko, man-gan gibi elementler de gelişme için ge-rekli olan diğer mikrobeyinleri sağla-makta, en azından Sahra fosfatını da birlikte getirmekte. Geriye bir tek azot kalmakta, bakteriler ve mantarlar o ih-tiyaçlarını da havadaki azotu kullanma yetenekleri ile gerçekleştirmekte. Bu-lut içindeyiz; ama oradaki sıcaklıktan bahsetmiyoruz. Bizim için önemli olan, reaksiyon zincirinin olmasını beklediği-miz yerlerde en azından sıfırın epeyce altında olduğu. Peki, böyle bir ortamda donmaktan korunarak çoğalmak için ne gerekiyor? Yorgan battaniye olma-yacağına göre, doğal bir örtü kullan-malı. A birden hatırladım! Karbondiok-sit ve sera gazı olma özelliği. Demek ki, ortama biraz karbondioksit bırakacak bir reaksiyon mekanizması bulsak ne de güzel olacak, hem karbonu var hem de yarattığı sera gazı etkisi nede-ni ile battaniye olma özelliği. İşte doğa-ya bir bütün olarak bakma sanatının sağladığı bir yarar daha.

Tozun Karanlık Yüzü

Gelin büyük bir iddiayı da Bilim ve Teknik dergimizde yapalım. Bulut içe-risinde kullanılabilir demirin olabilece-ğini yayımladık. Madem ki reaksiyon mekanizması sonucu ortamda kullanı-

labilir demirin yanısıra karbondioksit de çıkıyor, o da ölçülebilir bir mole-kül. İşte deneylerimizin sonucu: Bulut içerisinde kullanılabilir demiri oluş-turabilen çöl kökenli toz-lar aynı anda ortama kar-bon dioksit de çıkarmakta. Aynı koşullarda Anadolu toprağında da, Riyad kö-kenli tozlarda da böyle bir kapasite yok. Bu sadece bizim bulduğumuz bir so-nuç değil. Bonasoni ve arkadaşları, Kuzey İtalya'da Alp dağlarındaki Cim-mone noktasında gerçekleştirdikleri uzun süreli atmosferik karbondioksit-ozon izlemelerinde çok ilginç sonuçla-ra ulaşmışlar. 6-9 Mart 1991 tarihinde Sahra'nın ortasından gelen tozlu bir hava kütle, izleme yapılan noktaya ulaşmış. Yapılan ölçümlerde ozon sevi-yesinde azalma karbon dioksit seviye-sindeyse bir değişim gözlenmemiş. 22-24 Ağustos 1993 günlerindeyse nere-deyse Sahra'nın aynı bölgesinden kay-naklanan tozlu bir hava kütle daha izleme yapılan noktaya ulaşmış: Ozon-da beklenen azalma izlenmiş; ancak bu sefer karbondioksit seviyesinde önemli bir artış sayılan 2 hatta 3 ppmv ölçüsünde çıkışlar izlenmiş. Karbondi-oksitin endüstriyel kirlilikten geldiğine kilitlenmiş bilgimizle, elbette bu artış,



Çölde fırtına

hele hele Sahra'nın bağrından gelen tozlu bir hava kütleinde karbondiok-sitin olabileceğini kabullenilememiş ve araştırma, bu ölçüme net bir açıklama getirememiş. 1991 Mart ayında da öl-çümlerin karbondioksit düzeyinde her-hangi bir artışı göstermemesi de kuş-kuları destekleyici bir bulgu olmuş. As-lındaysa, araştırmacılar çok önemli bir olguyu yakalamışlar; ancak o dönemde bizim gösterdiğimiz yaklaşım bilin-me-düğünden bu olayı izah edememişler. Yer seviyesindeki güneş enerjisinin uzun dönemli ortalama değerlerine gö-re mart ayında Sahra'dan gelen bir ha-va kütleinin içerisinde, kullanılabilir demiri açığa çıkarmak için yeterli oldu-ğunu bildiğimiz seviyeler, ancak Sahra üzerinde bulunabilmekte. Ancak, aynı koşulların ağustos ayında gerçekleş-mesi, yeterli güneş enerjisi seviyesinin

Kaleyi İçerden Fethetmek

Sıtma, Nature dergisinin Şubat 2002 sayı-sının ana teması. Bir dönemler yerküreden silinme aşamasına getirilen bir hastalığın alarm verecek düzeylerde yaygınlaştığına dikkat çekiliyor. Ne-denleri arasında tartışılan en önemli başlıklardan birisi de sivrisineklerin, mücadele için kullanılan ilaçlara direnç geliştirmeleri.

Elbette, bunun yanı sıra nüfus artışı, kentleş-me, altyapı eksikliği gibi tartışılabilir ancak hiç bir zaman sonuç alınmayacak pek çok nede-nin de olduğu öne sürülüyor. Oysa sivrisinek de doğanın bir parçası değil mi? Burada hata, diğer tüm sistemlerde olduğu gibi sivrisineği doğadan soyutlayıp incelemek. O zaman, işin doğasını kaybedip sanal konulara dalıyoruz ve hiç bir za-man da sonuç alamıyoruz. İşte gelinen nokta or-tada.

Sivrisinekler tatlı suya yumurta bırakan canlı-lar. Larva evresini tatlı suda geçiren sivrisinekler daha sonra kanatlanıp uçmakta ve nesillerinin devamı ve gelişmek için kan emmekte, bu süreç-te de sıtma hastalığının yayılmasına neden ol-maktalar. Mücadele için sulak alanların kurutul-ması, ilaçlanması gibi uygulamalar hepimizin bil-

diği ancak sonuç alınmayan yöntemler. Peki, şu ufak yaratığa annelik duygusu verilirse ne olur? Yani neslinin devamı için yumurtalarını ne zaman nereye bırakması gerektiğini hissedebilirse? Kullanı-labilir demirin deniz suyuna inmesi sonucunda denizde alg patlaması olduğunu ve hamsi balığı için bunun yumurta bırakması için bir sinyal ola-bileceği yaklaşımını yapmıştık. Aynı anolojiyle, tatlı suda da alg patlaması olacağını bilen sivrisi-nek için kullanılabilir demir içeren yağışların bir uyarı mekanizması olduğunu düşünün. Bu yağış-lar sonucu suda 24 saat içerisinde alg patlaması



olacağını ve bu çoğalmanın en az 6-7 gün süre-ceğini algılayan sivrisineğin buraya yumurta bı-raktığını ve 24 saat içerisinde oluşan larvanın su-da oluşan bu alglerle beslendiği bir ortam düşü-nün. Küresel ısınma sonucunda ortamda daha çok toz olduğunu ve özellikle Afrika kıtasında ve çöl kökenli tozların dağılım gösterdiği alanlarda gündüz yağışlarında daha çok kullanılabilir demir içeren yağışlara neden olduğunu anımsayın. Siv-risinek, bütün bunlardan "daha çok yumurtla" komutu çıkartıyor olabilir.

Hacettepe Üniversitesi'nin Biyoloji Bölü-mü'nde yaptığımız deneyler sonucu çöl kökenli tozlarla gündüz, gece yağışlarını taklit ettik. Bir-de kontrol olarak içinde hiç bir şey olmayan su-ya 250 şer adet sivrisinek yumurtası bırakıldı. Kontrol ortamında 30 adet açılan yumurta, gece yağışı alan ortamda 70. Kullanılabilir demiri en fazla olan gündüz vakti yağışlarında açılan yu-murta sayısıysa 100 adet. Tabii buradaki asıl bakınca ulaşılabilen sonuç. Deneylerimiz devam etmekte çok yakında aynı genetik yapıyı ta-şıyan yumurtalarla yapacağımız deneyler çok da-ha anlamlı sonuçlar verecek. Tabii buradaki asıl hedefimiz, sivrisineğe tanıdığımız o analık hissini veren geni veya hormonu bulmak. Daha sonra ne yapacağımız ise ortada.

bulunmasına dayanmakta ve bulut içerisinde kullanılabilir demirin yanısıra oluşan karbondioksit, izleme noktasında önemli sayılabilecek düzeylerde artışa neden olmaktadır.

Şimdi işi biraz daha genişletelim: Sahra'nın tek başına senede 1,5 milyar ton toz kaybettiğini, bunun büyük bir kesiminin Alize rüzgarlarıyla, örneğin, 8-9 ve 10 Eylül 2002 de olduğu gibi önce Meksika Körfezine ve Amazon'lara doğru; daha sonra da bir kolunun Orta Amerika üzerinden Pasifik'e yöneldiğini, diğer kolunun da ABD doğu kıyılarını izleyerek kuzeye yol aldığı biliyoruz. Bunu uydu verileriyle izliyoruz. Güneş enerjisinin yeterli olduğu yerlerde bu tozların karbon dioksit oluşturmasını da daha şimdi açıkladık. Oluşan bu gazlar, daha sonra da atmosferik yolla Avrupa kıtasına doğru taşınımına devam etmekte. Tabii ki bu taşınım bir paketin taşınımı gibi olmamakta. Atmosferde yerel kaynaklarla karışmakta ve o günün şartlarıyla dağılım göstermektedir. Ancak bilim dünyasının henüz bilmediği ve bizim gösterdiğimiz yollarla doğal olarak beslenen bu kaynağın doğru oranları belirlenmeden, hiçbir ülkenin karbondioksit oranlarını azaltmasını bekleyemezsiniz. Çünkü, hiç kimsenin doğal olan bu kaynağın üretimini kesmeye şimdilik gücü yetmez. Bu şartlar altında, Kyoto Protokolü'nün uygulanmaya konulmasını ve başarıya ulaşmasını bekleyemezsiniz. Zaten bilim dünyası da geçmişteki karbondioksit artışlarının bilincinde. Bundan 100 bin sene önce de karbondioksitte artışlar olmuş, daha insanlık tarihinin o zamanlara ulaşmadığı dönemlerde. Demek ki doğal kaynaklar mevcut ve bugün dahi bilim bu doğal kaynakların hepsini bulabilmiş değil.

Uzaya çıkalım: Atmosfer dışındaki yörüngeden buluta bakma sanatının yeniden yapılandığı ve yepyeni algılayıcıların geliştirildiği uydular. İnsanoğlunun başka dünyalara gitmesi hayalleri. Öteki gezegenlere bakış açımızın tümüyle değişmesi. Öyle ya; şimdiki ana unsur, su. Var mı yok mu araştırması. Ama asıl önemli unsur bakteri ve mantar olmalı. Diğer gezegenlerdeki toprağın kullanılabilir demir üretebilmesi için gerekli öge mantar ve bakteri. İlk etapta vermemiz gereken şeyin su olduğu da bir gerçek ama ya

Neden Böyle Oldum?



Gelin bir de alerji denen ve baharda ve yaz döneminde arttığı bilinen şikayetlere bir göz atalım. Burada bana yol gösteren en önemli bulguyu, baharda alerjik şikayetleri olan eşim sağladı. O dönemde oturduğumuz güney sahillerinde denize cephe evin balkonunda bir bahar günü lodolu bir havada otururken eşim şişmiş gözlerinden gelen gözyaşı ve burun akıntılarında şikayetçiydi. Ben modeller ve uydudan aldığım hava durumunu bildiğim için bu duruma hayret ediyordum. Çünkü bizi o anda etkileyen hava, Libya çöllerinden geliyordu ve yolu üzerinde bize ulaşana kadar temas edebileceği bir kara parçası da yoktu. Ertesi gün bizi etkileyen hava kütlesi doğuya kaymıştı ve her alçak basınç sisteminden sonra olduğu gibi Karadeniz'den Akdeniz'e kadar tüm Anadolu'yu kat eden hava kütlesi, kuzey rüzgarlarıyla bizi etkilemekteydi. Eşim o gün tüm şikayetlerinden kurtulmuş, yüzünde de bir gün öncesine göre hiç bir alerji belirtisi yoktu. Ben eşime bu davranışıyla kendisinin bahar alerjilerinin polenlerden dolayı olduğu tezini kökünden yıktığını, dün poleni sıfır olması gereken bir havada şikayetleri varken polen yüklü bir havada rahatım demesinin olamayacağını anlatıyordum. Daha sonra bu yaklaşımı tabiata bir bütün olarak bakma sanatımı hep uyguladım. Ve geldiğim noktada hava raporlarımı yurt genelinde izleyen ve sayıları onlarca kişide aynı anda migren, yüksek tansiyon, FMF vb gibi tüm şikayetlerin tozlu dönemlerde arttığını izledim.

İnternet üzerinden yayınladığım hava ve toz durumlarında sağlıkla ilgili şikayetlerinizin artacağını öngördüğüm tarihlerde, çoğunuzda aynı belir-

bakteri ve mantar yoksa o zaman ne yapacağız. Demek ki uzun süreli uzay yolculuklarında yanımızda taşımamız gereken şeylerden birisi de mantar ve bakteriler. Ya da öteki gezegenlere gönderilen uzay araçlarına eklenmesi gerekli yepyeni algılayıcılar.

İşte size yeni dünya düzeninin temel taşı verdiğimiz, yazımızın mutlaka sonuçlara ulaşması gerekmiyor, ulaştığımız noktanın işin daha başı olduğunu söylüyor. Size J.H.Martin'den bahsetmişim. "Give me a half a tanker of iron and I'll give you an Ice Age" demişti. Bu sözün doğrusu "Give me a Jumbo Jet full of desert dust and I'll give you an Ice Age" olmalı.

tilerin aynı anda arttığını saptadım. Bu dönemlerde hastanelerin acil servislerine başvuran, örneğin, astımlı hastaların sayısında anormal artışlar olduğunu izledim. Gelin astımlı hastalara bir de başka açıdan bakalım. Astımlı bir akciğer. Normal bir akciğere göre organik nedenlerden dolayı vücudun yeterli oksijen dengesini korumakta zorluk çeken bir organ. Doğal olarak, bu insanların kanındaki karbon dioksit seviyeleri yüksektir. Peki, ya gelen havadaki karbondioksit seviyesi yüksekse, o zaman ne olacak. Normal akciğer yapısına sahip bir canlı bu yükselmeyi hissetmeyecek; çünkü havadaki bu dengesizliği

hissetmeyecek kadar sağlıklı. Peki ya astımlı bün-ye? Bu doğal karbondioksit yükselmesi hemen etkisini gösterecek, ya ilaçları ile idare edecek ya da acil servise başvuracak. Çeşitli tedaviler arasında oksijen çadırı da bulunmakta. İşte asıl tedavi de burada olmaktadır. O kişiyi doğal atmosferden tecrit etmeniz ve ilave olarak oksijen vermeniz kendisinin normal kan seviyesine kısa zamanda dönmelerini sağlayacaktır. Ama kişi doğal ortama dönünce yine aynı şikayetleri başlayacaktır.

Peki ne yapacağız? İki yaklaşım mevcut: Bunlardan birisi de en kolayı, "Böyle işlerle ileri teknolojiye sahip ülkeler uğraşır biz onların buldukları ilaçları uygular, halkımızı rahatlatırız" demek. Diğeri de bu verilerin ışığı altında kendimiz de gözlemler yapar, deneyler geliştirir uğraşır verimiz şeklinde olabilir. Bakteri ve mantar bol olan bu dönemlerde, eminim ki farelerde izlediğimiz kandida okzalart artışı, insanda da olmaktadır. Tıp dünyası kandida okzalart değişimine ilgi göstermemekte bu ilgisizliğin nedeni de kandida okzalart seviyesinin saatler içerisinde dahi değişebilmesi olgusuna dayanmaktadır. Bu tanı çok doğrudur ve kandida okzalart seviyesi solunan havadaki bakteri ve mantar düzeyine göre saatler içerisinde dahi değişebilir. Çünkü atmosferdeki toz dağılımı homojen değildir. Denizdeki fırtınalı havadaki dalgalar gibi bir anda tamamen değişebilir. Çok ufak olmaları nedeniyle burun ve boğazda tutulmayan bu bakteri ve mantarların kana karışması ve okzalart çıkarmasını şimdilik engelleyecek bir ilaç yok. Eminim ki üzerinde araştırmalar yapılmasını takiben bilim bu olguyu da giderecek ilaçlar bulacaktır.

Çünkü teknoloji bize istediğimiz yer ve zamanda "bulutu tozlama" olanağını sağlayabilmekte. Önemli olan bu olanağı kullanma sanatını geliştirmek.

Prof. Dr. A. Cemal Saydam
H.Ü. Çevre Müh. Böl.

Proje Ekibi:

A.Cemal Saydam, Hamide Şenyuva,
Nilgün Kubilay, İncigül Polat,
Erol Tunalı, Oktay Algün, Ramazan Küpçü,
Türkan Özsoy, Şenay Eriş, Mustafa Sarı,
Büyüamin Söğüt, Meltem Conk Dalay,
Argun, Bülent Altın, Arın Doğan,
Fatih Dikmen, Çalışmalarımıza verdikleri
maddi ve manevi destekleri ile
Salim ve Esmâ Erdem.