

OZON GİTGİDE AZALIYOR

Kuzey Kuru üzerinde ozonun yok oluş sürecini anlamak için, CHEOPS adlı gözlem kampanyası için Avrupa bilim adamları, dev sondaj balonları kullanıyorlar. Elde edilen sonuçlara göre, ozonun, daha çok kutup bölgelerinde azaldığı doğrulanmıştır. Ayrıca, uydularla alınmış olan ve çerçevede görülen görüntüde, ozon yoğunluğunun fazla olduğu yerler mavi, az olduğu yerler kırmızı renkle gösterilmiştir.

- Atmosferdeki, Dünya'daki yaşam için zorunlu olan ozonun yok olma tehlikesi gitgide artıyor. Şimdiye dek, ozonun azalmasına belli kimyasal ürünlerin neden olduğuna inanılıyordu. Ancak son zamanlarda, insanoğlunun yol açtığı bu dengesizliği doğal olayların da pekiştirip artırdığı anlaşılmıştır.

Dr. Hanaslı GÜR

Dergimizin önceki sayılarında yayınlanmış olan üç yazıda atmosferdeki ozonun azalma tehlikesi ele alınmış ve tehlikeyi önlemek amacıyla tüm dünyada yapılan bilimsel araştırmalar açıklanmaya çalışılmıştı. Bu yazımızda, ozonun yaşamımızdaki yerini kısaca gözden geçirdikten sonra, ozon tabakasının korunması için sürdürülen son araştırmaları tanıtmak istiyoruz.

OZON VE HAYAT

Ozon hem koruyucu hem de zararlıdır. Üst atmosferin ekvatorunda, yaklaşık 40 km yükseklikte oluşarak, buradan kutuplara doğru yayılan ozon Dün-

ya'daki yaşam için zorunludur; çünkü Güneş'ten gelen morötesi ışınımı süzerek, canlı organizmalara doğrudan ulaşmasını büyük ölçüde önler. Ayrıca ozon, morötesi ışınımı soğurarak sıcaklığı düşürdüğü için, atmosferin ısıl dengesine de katkıda bulunur. Bunun tersine olarak, troposferdeki (yeryüzeyinden 12 km yüksekliğe dek) ozon ise, zehirlidir. Malzemeleri çürütür; yatkın insanlarda (örneğin astımlılarda) akciğer rahatsızlıklarına yol açar; asitli yağmur olayları ile birlikte ormanların bozulmasına neden olur. Troposferdeki ozon, güneş ışınlarının motorlu taşıtlardan ve sanayi ocaklarından atılan kirlenici gazlarla etkileşmesi sonucunda oluşur. Günün güneşli saatlerinde, troposferdeki ozonun ortalama olarak % 6 oranında arttığı bulunmuştur. Bu tür kirlenicilerin güneş ışınlarının etkisinde kalmamaları, dolayısıyla zehirli ozon oluşmaması için, gece çalışıp, gündüz mü uyumamız gerekecektir? Fakat güzel yaz günlerini de bir yana bırakıp, doğal çalışma zamanımızı tersine çevirerek durumu düzeltmek benimsemeyecek bir çözümdür. O zaman belki güneşten kaçınarak kendimizi zehirli ozonun % 20 kadarını solumaktan koruyabiliriz...

BÜYÜK BİR BİLİMSEL KAMPANYA

CHEOPS sözcüğü, Nil nehri kıyılarındaki piramitleri ve eski Mısır Krallığı firavunlarını çağırıştırıyor. Ancak aslında onlarla hiç ilgisi olmayıp, büyük bir bilimsel kampanyanın kısaltılmış adıdır (CHEMistry of Ozone in the Polar Stratosphere: Kutup Stratosferindeki Ozon Kimyası). 4 Ocak 11 Şubat 1988 tarihleri arasında, bu kampanya çerçevesinde, kırk kadar Avrupalı araştırmacı ve mühendis İsveç'in kuzeyindeki l'Esrange uzay merkezinde kutup atmosferini incelemek için toplandılar. Uzmanların görevi, Güney Kutbu'nda ortaya çıkan kaygı verici ozon azalmasının Kuzey Kutbu'nda da bulunup bulunmadığını doğrulamaktır.

Her yıl ekim-kasım aylarında, Güney Kutbu'nda Antarktika'nın üzerinde 10-20 km'ler arası yüksekliklerde % 80'lik bir ozon azalması görülür. 1985'de, İngiliz Doğal Çevre Araştırmaları Konseyi'nin üç araştırmacısı Güney Kutbu'ndaki ozon açıklığının büyüdüğünü bulmuşlardı. Olayın yankıları üzerine, Amerikalılar da geçen yaz, "Antarktika'daki Ozonun Hava Taşıtlarında Yapılan Deneylerle İncelenmesi (Airbone Antarctic Ozone Experiment)" adı altında, büyük bir gözlem ve ölçüm kampanyası başlattılar. 150'den fazla bilim adamı, bir buçuk ay süre ile, Şili'nin güneyinde küçük bir kent olan Punta Arenas'ta yoğun incelemeler yaptılar. Antarktika üzerinde 10 km'den fazla yüksekliklerde yapılan on üç ve daha yukarılarda (20 km) yapılan on iki uçuşta, stratosferin fizikokimyasal özellikleri enine boyuna araştırıldı. Colorado'daki Boulder Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi de, ozon deliğinin kaygı verici biçimde büyüdüğünü doğruladı. Şimdi bu olayın nedenleri anlaşılmaya çalışılıyor.

Antarktika'daki çalışmaların öncesinde, değerli bilim adamları üç büyük varsayımı tartışıyorlardı. İlk açıklama, dinamik bir hava olayı ile ilgiliydi: Güney Kutbu'nda her ilkbaharda, yükselen bir hava akımı troposferden (doğal olarak ozonca yoksun bölge) stratosfere doğru gidiyordu. Böylece, havanın düşey doğrultudaki bu taşınması, atmosferdeki ozon katmanını fakirleştiriyordu.

İkinci açıklamaya göre, "delik" Güneş döneminin etkisi ile oluşuyordu: 11 yıllık dönemlerle değişen Güneş'in etkinliği, 100 km'ye yakın yüksekliklerde, ozonu yok eden bir azot fazlalığı oluşturuyordu.

Üçüncü kuşku ise, aerosol bombalarında püs-kürtücü gaz olarak, buzdolaplarında ve motorlu taşıtların klimalarında dondurucu sıvı olarak kullanılan kloroflüorokarbonlar (CFC) ile ilgiliydi: CFC'ler bir kez atmosfere atıldıktan sonra, çözünmediklerinden, stratosfere dek kıyıyorlar ve oradan da kutuplara dek dağılıyorlardı. Kutuplardaki stratosferde, morötesi ışınlıma açığa çıkarılan klorlu bileşenler gerçek bir yıkıma neden oluyorlardı; çünkü her klor atomu, tek

başına, 100 000 ozon molekülünü parçalıyordu. Tüm dünyada her yıl 1,5 milyar aerosol bombası kullanıldığı bilindiğine göre, sorunun ağırlığı açıktır.

Antarktika'da görevli bilim kurulunun sonuçları ilk iki kuramı geçersizleştirmiş ve CFC'lerin rolünü açıkça ortaya çıkarmıştır. Bilim adamları, Antarktika'da 18 km yükseklikteki yerel klor miktarının, atmosferin başka yerlerindeki yüz katı olduğunu ölçmüşlerdir. Ancak, öbür anakaralardan ayrılmış coğrafik durumu ile, Antarktika üzerindeki ozon deliğinin etkileri şimdilik sınırlı sayılabilir. Ayrıca, atmosferdeki ozon azalmasının Kuzey Kutbu'nda da aynı biçimde oluşup oluşmadığının doğrulanması gerekir. Durum aynı ise, Kuzey Kutbu'nun Avrupa'ya yakınlığı nedeniyle, ekosistem üzerindeki tehlikeler çok daha ağır olacaktır.

Aynı nedenler, aynı sonuçları doğuruyor mu? Avrupalı araştırmacılar, CHEOPS Kampanyası'nı düzenlerken bu sorunun cevaplanmasını amaçlıyorlardı. Amerikalı bilim adamlarının tersine, Avrupalılar hava taşıtları yerine sondaj balonlarından yararlanmayı yeğlemişlerdir. Gerçekten de, balonlar uçaklara göre daha yükseğe çıkabilirler (18-20 km yerine 30 km'den daha yukarıya).

Atmosferdeki ozonu inceleyen bir Fransız araştırma grubu, yavaş yükselen (saniyede yaklaşık 2 m) balonlara yüklediği deney düzenekleri ile, atmosferi 27 km yüksekliğe dek incelemiştir. Atmosfer, 15 km yüksekliğe dek ozonca çok fakirdir; daha yukarılarda, atmosferin yapısı çok değişken olup, ozon ölçümlerinde, kuvvetli düşüşlerin izlediği "sivri tepeler" görülür. Hava sıcaklığının -75°C'nin altında olduğu 22-27 km'ler arasında ise, belli bir ozon düşüşü vardır. Balonlarla çalışan ve atmosferin optik özelliklerini araştıran başka bir Fransız araştırma grubu da, aerosollerden (atmosferde asılı durumda bulunan damlacıklar, tozlar ve başka parçacıklardan) saçılan güneş ışığının kutuplanmasını inceleyerek aerosollerin özelliklerini (boyutlarını, biçimlerini, kırılma indislerini, v.b) belirlemeye çalışmaktadır. Sonuçların çözümlenmesi üç dört ay alacaktır.

Almanlar da, biri bir kütle spektrometresi, öbürü içine dondurucu bir pompa yerleştirilmiş bir silindir olan iki düzenekle kampanyaya katılıyorlar. Kütle spektrometresi ile atmosferde bulunan maddelerin (özellikle, nitrik, hidroklorik ve sülfürik asitlerin) bolluğunu, dondurucu pompalı düzenekle ise, CFC'lerin bolluğunu belirlemeye çalışıyorlar.

Başka bir Alman ekibi ise, atmosferdeki hava akımlarının 35 km yüksekliğe dek ayrıntılı günlük haritasını çıkarıyor. Bu bilgiler, ölçüm yapmak için en uygun zamanın seçilmesini sağlıyor.

Amerikalılar da CHEOPS Kampanyası'na katılmayı kabul ederek, bir uçak göndermişlerdir. Bu uçakla, İsveç'in üzerinde 7000-8000 m arası yüksekliklerde yapılan çok sayıda uçuşta iki tür ölçüm ya-



Aerosol bombalarından, buzdolaplarından ve arabaların klimalarından çıkan kloroflüorokarbonlar (CFC) stratosfere dek yükselerek, oradan kutuplara doğru yayılırlar. Burada, her klor atomu tek başına 100 000 ozon molekülünü parçaladığı için, CFC'ler ozon tabakasına önemli zararlar verirler. Klorun doğal avcısı olan azotlu bileşikler, kutup bulutlarında -80°C yakınlarında kristalleşerek etkisiz kahrılar. Sonuç olarak, klor durmaksızın çoğalarak, atmosferdeki ozonu yok eder.

pılmıştır: Biri, güneş ışığının spektroskopik çözülmesini (ozonun ve asitlerin bolluğunu ölçmek için) sağlamıştır; ikincisinde ise, özel bir laser olan LIDAR (Light Detection and Ranging) yardımı ile, uçağın tepesindeki bir açıklıktan, atmosfer, düşey doğrultuda iyice incelenebilmiştir. Böylece LIDAR- Kuzey Kutbu stratosferindeki bulutların yapısını belirleyebilmiştir. Yakında araştırmacılar, bu sonuçları Güney Kutbu'nda 1987'de elde edilenlerle karşılaştırabileceklerdir.

CHEOPS, bilim adamlarından oluşan dokuz araştırma grubu ile, gerçek bir başarı göstermiştir. Araştırmacılar, incelenmesi, çözümlenmesi ve yorumlanması gereken binlerce bilgi toplamışlardır. Bunların değerlendirilmesi aylarca sürecektir. Yine de büyük eğilimler belirmiştir.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

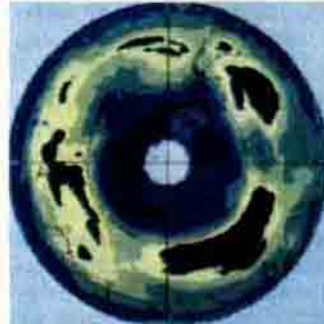
Sıcaklık düşüşleri ile bağlantılı belirgin ozon azalmaları saptanabilmiş durumdadır. Nitrik asit miktarının çok az olduğu ölçülmüş, asıltı parçacıklarda bozulmalar bulunduğu görülmüştür. Bu üç sonuç birbirlerine nasıl bağlanacaklardır? Araştırmacıların gözünde değer kazanan bir kurama göre, azot oksitler ve nitrik asit çok düşük sıcaklıklarda oluşan buz kristalleri bulutlarınca yakalanırlar. Asıltı durumdadaki nitrik asit -75°C 'ye doğru kristalleşir. Nitrik asit,

atmosferin önemli bir bileşenidir ve ozonla ilgili olarak da klor atomlarının yıkıcı etkisini azaltır. Gerçekten, klor atomlarının Kuzey Kutbu üzerinde bol bol bulunması CFC'lerin istenmeyen varlığını doğrular. Atmosferdeki yapıtaşları da, doğadaki hayvanlar gibi, avcı-av ilişkisindedirler. Klor ozonu parçalarsa, azotlu bileşikler de kloru parçalar. Denge, atmosfer içindeki ömürleri yaklaşık yüz yıl olan CFC'lerin birikmesi ile bozulmamış olsaydı, süreç sonsuza dek böyle sürüp gidecekti. Belki, CFC'lerin aşırı bolluğu, azotlu bileşiklerin çok fazla çalışması ile dengelenebilecekti; ancak burada da bir engel vardır: Azotlu bileşikler, -75°C ve -80°C 'lerin altındaki sıcaklıklarda, neler olduklarının belirlenmesi gereken aerosollerce dondurulup kristalleştirilirler. Dolayısıyla, avcı ortadan kalkınca av çoğalır ve ozon katmanına da kolayca zarar verir.

Şimdilik CHEOPS Kampanyası'nın benimsemiş görüldüğü açıklama budur. Kuşkusuz, ortamın dinamizmini de hesaba katan araştırmaların sonuçları ile doğrulanması gerekir.

DOĞAL OLAYLARIN ETKİLERİ

Tehlike gitgide büyüyor. Şimdiye dek, CFC'lerin ozon azalmasındaki etkileri biliniyordu. Son zamanlarda ise, doğal olayların da, insanoğlunun neden olduğu bu dengesizliği pekiştirip artırdığı bulunmuştur. Antarktika'da (Güney Kutbu'nda) çalışan araştırmacıların sonuçlarına göre, ozon katmanındaki "delik" in, % 70 oranı ile klorlu bileşiklerden ve % 30 oranı ile de kutup bulutlarından ileri geldiği anlaşılmıştır. Antarktika'daki stratosfer bulutlarının soğuk mevsim sıcaklığı olan -85°C 'den başlayarak, azotlu bileşiklerin yok olma tehlikesi ortaya çıkar. Son zamanlarda Amerikalılar, bu süreci laboratuvarında oluşturmayı başarmışlardır. Ortalama sıcaklıkların 10°C daha yüksek olduğu Kuzey Kutbu'nda azotlu bileşiklerin yok oluş süreci şimdilik daha az tehlikelidir; ama başlamıştır. Ayrıca, kutup burgacının Antarktika'da kararlı olmasının tersine, Kuzey Kutbu'nda burgacın hızı, okyanustan ve anakaralardan gelen hava kütlelerinin etkisiyle sık sık değişmektedir. Bu durum, 1979-1986 yılları arasındaki ozon düşüşlerinde saptanan büyük farkları açıklayabilecektir. Güney Kutbu'ndaki ortalama % 40'lık düşüşe kar-



Amerikalıların Nimbus-7 uydusu ile 5 Eylül 1987'de belirlemiş olan "ozon deliği".

FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Geçen sayımızda ilginize sunduğumuz alttaki fotoğraf Farné bitkisine aittir. Bu bitki, yaprakları üzerinde görülen sporlarla, eşeysiz olarak, yani herhangi bir birleşme olmadan ürer.



Bu ay üstte gördüğünüz fotoğrafı sunuyoruz. Bakalım ne olduğumu bilecek misiniz?

şılık, Kuzey Kutbu'nda ortalama % 10'luk ve orta enlemlerde % 6-7'lik düşüşler ölçülmüştür.

NASA, 1990'a dek Kuzey Kutup üzerinde de, mevsimsel olay varsayımını doğrulamak amacıyla, Antarktika'dakine benzer geniş bir kampanya başlatmaya hazırlanıyor. Ancak, ozon kalkanının hızla yok oluşu karşısında, dünyanın büyük kimya araştırma grupları, "Zehirli Flüokarbonlara Seçenek Bulma Programı (Program for Alternative Fluocarbon Toxicity Testing)" adlı bir çalışmayı şimdiden başlatmışlardır. Amaçları, CFC'lerin, özellikle de CFC 11 ve 12'lerin yerine geçebilecek ve çevreye zarar vermeyecek ürünleri bulmaktır. Klor yerine hidrojenin kullanıldığı bu yeni tür ürünler ortaya çıkmaya başlamıştır; ancak CFC'lerden daha az kararlı olan HFC'lerin atmosfer dengesine zararlı etkilerinin olup olmadığı araştırılmalıdır. Ayrıca HFC'ler, şimdiki kul-

lanılmakta olan CFC'lerden 5-7 kat pahalıdır. Belli bir fiyatın ötesinde, CFC'ler yerine başka ürün kullanılması imkânsızlaşınca, belki de tüm teknolojinin değişmesi gerekecektir.

Ozon katmanının yok olma tehlikesi karşısında, bilim adamları tüm topluma gerçek bir vicdan sorumluluğu yüklemeye çalışıyorlar. Tehlikenin bilincinde olan sanayiciler ise, üretimlerini azaltıyorlar. Yine de, şimdiden atmosferde bulunan CFC'ler onlarca yıl boyunca varlıklarını sürdürecektir. Bu nedenle, bilim adamlarının gelecekle ilgili tek tasası, kalan CFC'lerin yol açabileceği zararların neler olacağını tam olarak anlayabilmektir. □

Bu yazının hazırlanmasında Sciences et Avenir'den yararlanılmıştır.

YENİ BİR UYDU ANTENİ

Yıllarca çanlarımızı dolduran klasik TV antenleri ve daha sonra onların yerini alan uydu antenleri, pek yakın gelecekte sadece hafızalarda kalan birer anı olacak. Japon Matsushita ve Amerikan Comsat firmalarının beraber ürettikleri, düz yüzeyle, küçük boyutlu anten, özel yapılmış yüksek güçlü uydulardan sinyal alma özelliğine sahip. Yaklaşık 2,5 cm kalınlığına sahip olan antenin boyutları ise, sadece 30 x 60 cm. Bu küçük aletin marifeti, boyundan kat kat fazla, binlerce km yükseklikteki uydulardan güvenilir bir şekilde sinyal alabilirdi.

Düz antenin estetik görünümünün yanında diğer

bir avantajı da kurma kolaylığı. Evinizin rengine uygun olarak seçeceğimiz bir anteni, çataya, duvara veya kapınızın önüne zevkinize uygun olarak yerleştirip, dekoratif bir görüntü sağlayabilirsiniz. Hatta düz antenin camdan geçen sinyalleri alabilme özelliğinden faydalanarak evinizin içine dahi yerleştirebilirsiniz.

Düz antenler, halen Comsat firmasının lisansı ile Matsushita firması tarafından Japonya'da üretiliyor ve Japonya'da yapılan direkt uydu yayını almak için kullanılıyor. Aletin Amerika'da kullanımı için ise, üretici firmalar yüksek güçlü uyduların yörüngeye yerleştirileceği tarihe kadar beklemek zorundalar.

Omni'den Çev: Abdullah ÇAVUŞOĞLU