

Çilekeş Dünyamızda Yeni Bir Tehlike



AZALAN OZON VE YAŞAM

Son altı yıl içinde, Antarktika'nın atmosferindeki ozon % 40 oranında azaldı; Kuzey Kutbunda da azalması sürüyor. Bilim adamları ise, insanlığın geleceğini tehdit edebilecek bu olayın nedenlerini araştırıyorlar. Ozon, belki de, aerosollerin püskürücü gazları ile yok edilmektedir. Oluşan zararlar, şimdiden önemli boyutlara ulaşmıştır. Ozon açıklığının yüzölçümü 4,5 milyon km² olmuştur.

Atmosferdeki ozon, yitip gitme tehdidi altında mı bulunuyor? Durum böyle ise bu, yeryüzündeki yaşam için bir tehlike demektir. İngiliz Doğal Çevre Araştırmaları Konseyi'nin (British Antarctic Survey) üç araştırmacısının buluşlarına dayanarak, tehlike çanlarını ilk kez İngilizler çaldılar. 1979'dan 1985'e dek geçen altı yıl içinde Güney Kutbu atmosferindeki ozon azalması şaşırtıcıdır: Azalma oranının en az % 40 olduğu tahmin edilmektedir. Mayıs 1985'de Nature dergisinde yayınlanan bir bildiriye, Joe Farman, B.Gardiner ve J.Shanklin, Weddel denizi kıyılarındaki Halley Bay istasyonunda 1959'dan beri yapılan atmosfer ölçümlerini veriyorlardı. Uzmanların hiçbiri bu sonucu beklemiyordu. Şaşkınlığın ilk etkisi geçince, bu kez de Amerikalı uzmanlar araştırmalara giriştiler. NASA'da çalışan iki jeofizikçi; Aldrin Krueger ve Richard Stolarski, 1979'dan beri kullanılan Nimbus 7 uydusunun, dünyadaki ozon miktarının sürekli bir haritasını veren sisteminde (TOMS) Ekim ayında kaydedilen ortalama değerlere dayanarak, ozon yitirilmesini doğruladılar.

1985 Ekim'inde alınan ölçümler, 1984 Ekim'inde alınanlarla karşılaştırılırsa, % 16'lık bir fark görülür. Öyleyse ozon sürekli azalmaktadır, üstelik de, gitgide daha hızlı olarak...

Ozon çöküntüsünün ya da açıklığının yüzeyi ABD'nin yarısı büyüklüğünde olduğundan, yani 4,5 milyon km²'yi aştığından, Antarktika'nın üzerinde oluşan zararlar şimdiden önemli boyutlara ulaştı. Ve bu yetmiyormuş gibi, şimdiden

Pierre BARON

Amerikan Nimbus 7 uydusu ile, 12 Eylül, 2 ve 10 Ekim 1986 günlerinde (yukarıdan aşağı) alınmış olan bu görüntülerin gösterdiği gibi, Antarktika'nın atmosferindeki ozon azalması sürüp gitmektedir. Merkezdeki koyu renkler, ozonca yoksun bölgelerdir. Canlı renkler ise ozon oranının yüksek olduğu bölgelerdir.

NASA'da çalışan Donald Heath, Kuzey Kutbu atmosferinin ozon katmanında bir başka "açıklık" buldu. Burada ise, en çok zarar gören bölgenin merkezi, İskandinavya ve kutup arasında bulunan Spitzbergen'in yukarıdadır. Ozon azalması Leningrad'a dek uzanmaktadır. Donald Heath, altı yıldır biriktirilen verileri inceleyerek, yıllık ortalama azalmanın, % 1,5-2 arasında olduğunu bulmuştur. Azalma, % 2,6 ile Şubat'ta ve % 2,2 ile Ekim'de en fazladır. Heath'e göre bu, Güney Kutbundaki olayın Kuzey Kutbunu da başına geldiğinin kanıtıdır.

Durum kötüleşmektedir ve zararlar da az değildir. Çünkü ozonun atmosferde temel bir işlevi vardır.

Ozon, üst stratosferin ekvatorunda, yaklaşık 40 km yükseklikte oluşur ve buradan kutuplara doğru yayılır. Ozon, atmosferde en az bulunan bileşen olmasına karşın, yeryüzündeki yaşam için zorunludur, çünkü güneşten gelen morötesi ışınının büyük bölümünü süzer. Ozon tümüyle yok olursa, morötesi ışınlar canlı organizmalara doğrudan ulaşacaklardır. Dolayısıyla, gezegenin çevresel (ekolojik) dengesi önemli ölçüde bozulacak, deri kanserleri büyük oranlarda artacaktır. Ayrıca ozon, morötesi ışınımı soğurarak sıcaklığı düşürür ve böylece atmosferin ısı dengesine de katkıda bulunur. Gelecek yüz yıl içinde, ozonun azalması durmazsa, yeryüzünün iklimi, tüm sonuçları şimdiden kestirilemeyecek biçimde temelden bozulacaktır.

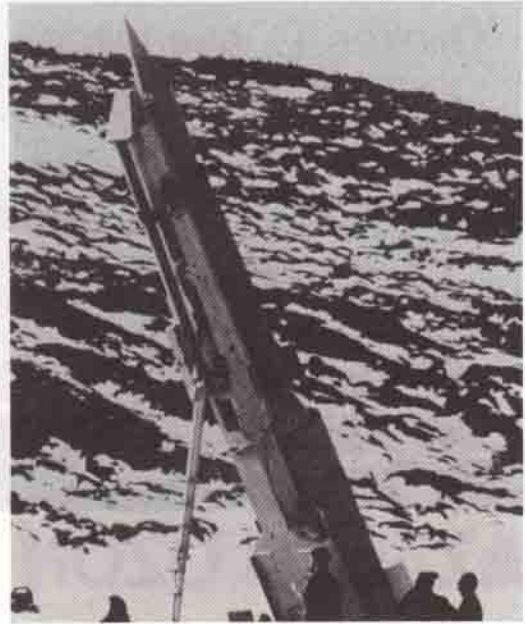
Tehlike çığıkılan yankılanmaya başladı bile. Örneğin, Arjantin Ulusal Meteoroloji Müdürü Salvador Alamo, ozon açıklığının şimdiden oldukça büyüdüğünü ve ülkesinin en güney kesimlerinin morötesi ışınların etkisi altında büyük bir tehlike ile karşı karşıya bulunduğunu bildirmektedir.

Öncelikle, atmosferdeki ozon azalmasının mevsimsel bir olay olduğunu bilmek gerekir. Bu azalma, her yıl, Güney Kutbunda ilkbahar başlangıcı olan Ekim'de oluşur. Aralık ayından başlayarak, normal değerine yeniden ulaşır. Bu, kuşkusuz, Antartika'daki özel durumdur.

Kuzey Kutbunun tersine olarak, Güney Kutbu okyanuslarla öbür anakaralardan yalıtılmıştır. Güney Kutbundaki atmosfer akımları, yüksek basınç merkezlerine ve basınç düşüşlerine Kuzey Kutbundakinden daha az duyarlıdır. Sonuç olarak atmosfer dinamiği, bir dalga hareketine değil, bir dolanma hareketine uyar. Antarktika'da atmosfer, büyük hızla (7 km ve 30 Km yükseklikler arasında 100 km/h) burgaç biçiminde döner: Kutup burgacı. Bu burgaçta, burgacın merkezi sınır bölgelerden yalıtılmıştır. Aynı olay, fincan içinde, bir kaşıkla çay ya da kahve karıştırılırken de gözlenir: Sıvının fincana yakın kesimleri hareketin dışında kalır. Benzer olarak, Antarktika'da hava dönen bir küresel çanak içinde aylarca kapalı kalır. Kutupsal kış boyunca burgaç hareketi sürdüğü sırada, hep geceder. Eylül ayından başlayarak, güneş yeniden görünür. O zaman, artan sıcaklık etkisi altında, burgacın merkezinden gelen ve kıyılarına inen bir hava hareketi oluşur. Bu ısıl dengesizlik, burgacı, Ekim'den Kasım'a dek yavaş yavaş Atlas Okyanusuna doğru silip ortadan kaldırır. Burgaç, Güney Kutbunda her kış yeniden oluşur.

Bu durum, Antarktika'yı, atmosferi aylarca kapalı dolanım halinde kalan, dev bir ısıl reaktör haline getirir. Bilim adamları için Ağustos'ta oluşan ve Ekim'de dağılan bu burgacı gözlemek temel bir amaçtır.

Yerden ve yukarıdan yapılacak ölçüm çalışmaları, dört araştırma grubu bölüşmüşlerdir. Yerdeki veriler, Halley Bay istasyonundan gelmektedir. Yukarıda ise, Mac Murdo ve Amundsen-Scott istasyonlarından atılan meteorolojik balonların altına yerleştirilmiş ozon sondaları kullanılmaktadır. Optik



Görünüşünün tersine, bu füze karalararası bir mermi olmayıp, Dumont d'Urville istasyonundan kutup iyonosferini incelemek için atılmış bir sondaj füzesidir.

düzeneklerle donatılmış bir uçak da, kimi ölçümleri tamamlayacaktır. Bir kırmızıötesi spektrometresi asitlerin derişimini ve karmaşık moleküllerin yapılarını belirlemek için kullanılmaktadır. Yeni Zelandalı araştırmacılar ise, toplam azot oksit (NO_x) miktarını ölçmekle görevlendirilmişlerdir.

Toplam ozon azalması, çok hızlı olarak 20-30 günlük bir dönem içinde oluşmaktadır. Wyoming Üniversitesi grubunca, balon sondaları yardımı ile toplanan veriler, açıklığın düşey yapısının duyarlıkla belirlenmesini sağlamışlardır. Şimdi, azalmanın 12-20 km arası yüksekliklerde oluşup, daha yukarılarda oluşmadığı bilinmektedir. Ozon katmanının düşey kesiti, bu katmanın yapısında büyük farklar olduğunu göstermiştir. Birkaçyüz metrelik yükseklik içinde çok farklı sekiz bölge saptanmıştır; ozon azalması, sıçramalar göstermektedir.

Bu yoğun araştırma etkinliklerinden çıkarılacak ders, sorunların, gözlem yapılmadan önce düşünüldüğünden daha karmaşık olduğudur. Neler olduğunu tam açıklayabilmek için, daha beş altı yıl gerektiği sanılmaktadır. Ama, ölçüm çalışmalarının başından beri bilim adamları, birkaç kuramın doğru olmadığını gösterebilmişlerdir.

Gözlemlerden önce, olayı açıklamak için dört varsayım savunuluyordu. Bunların ilki, Antarktika'nın atmosfer dinamiğini ileri sürüyordu. Yukarıda gördüğümüz gibi, Güney Kutbundaki ilkbahar başlangıcında aşağılardan stratosfere doğru yükselen hava akımları oluyordu. Toprağa yakın yerler ozonca yoksun olduklarından, bu yoksunluk atmosferin üst katmanlarına da iletiliyordu. Bu varsayım hava hareketinin sonlandığı burgaç kenarlarında, Ekim'de ölçülen ozon miktarının çok olduğunu açıklıyordu. Öyleyse, doğal ve mevsimsel bir ozon yer değiştirmesi oluşuyordu. Belçika Uzay Enstitü-



Resimde, yerküre atmosferinde ozonun oluşumu ve dolaşım hareketi gösterilmektedir.



Antarktika'nın üstündeki atmosfer akımları, her yıl, aylarca süren bir burgaç hareketi gösterirler. Böylece, Güney kutbu kapalı bir ortam, dev bir kimyasal reaktör oluşturur. Onlarca tür madde kendi aralarında ya da kutupsal bulutların buz kristalleri ile tepkimeler yaparlar.

Wyoming Üniversitesi'nde çalışan bu iki araştırmacı, Güney kutbu üzerindeki atmosferin ozon katmanında ölçümler yapmak için, bir sondaj balonu atmaya hazırlanıyorlar.



sünün dünyaca tanınmış araştırmacısı Guy Brasseur'ün bu kuramı, bugün bir yana bırakılmıştır. Son ölçümlere ve Donald Heath'in Kuzey Kutbundaki bulgusuna dayanan ikinci varsayım ise, güneşin etkinliğidir. Ozon miktarının düşüşü güneşin yeniden görünmesi ile çakıştığına göre, kimi araştırmacılar, ışının artmasının termosfer yolu ile, 100 km yüksekliklerde azot oksit(NO_x) molekollerinin oluşmasını hızlandırdığını, bunun da ozon miktarını azalttığını düşünmüşlerdir. Oysa, yerinde yapılan azot oksit ölçümleri, şimdiye dek yeryüzünde yapılan ölçümlerde bulunanların hepsinden küçük değerler vermiştir. Ayrıca, güneşin etkinliği varsayımı, 20 km yüksekliğin çok yukarısında olmak üzere ozon katmanında büyük değişiklikler bulunacağını da içerir. Oysa şimdi, ozon katmanında 20 km'nin üstünde bir değişiklik olmadığı da bilinmektedir. Öyleyse, ozon ile ilgili işleyiş, Antarktika'ya özgü değildir.

Atmosfer dinamiği ve güneşin etkinliği kuramlarından vazgeçilince, doğal nedenlerden insanların yol açtığı çevre kirliliğine dönülmüştür. Suçlanma sırası, kloroflüorokarbonlara (CFC) gelmiştir. Bunlar aerosollerde püskürücü gaz olarak kullanılan organik bileşiklerdir: Laka, böcek öldürücüler, traş köpükleri, parfümler, yapay kar, evcil hayvanların besin ürünleri... Liste uzundur. CFC'lar, soğutucularımızda, öbür dondurucularda ve arabaların klima düzeneklerinde de kullanılmaktadır. Kolay tutuşmama, çok az zehirli olma, patlayıcı olmama gibi niteliklerine ek olarak, bu ürünlerin bir kötü yanları da vardır: Hemen hemen herşeye karşı ve uzun süre dayanıklıdır. Gerçekten bir kez salındıktan sonra, yağmur suyu ile yıkanamazlar ve böylece stratosfere dek yükselirler,

oradan da kutuplara doğru yayılırlar. Dünyadaki toplam CFC ürünlerinin 1.100.000 ton olduğu sanılmaktadır. Ozon azalmasına neden olan bölümü ise 800.000 ton dolayındadır. CFC'ların yaşam süreleri 65-120 yıl olduğundan, morötesi ışınlarla yok edilmelerine dek stratosferde toplanırlar. Burada açığa çıkan klor, ozonun tersinmez olarak yok olması sürecinin temel etmenidir. Yine benzer bir süreçle, kimi gübrelere kullanılan bromürler de bu olayın sorumlusu sayılmıslardır.

Ozon azalması olayını araştırmakla görevli grupların araştırma sonuçları, insan etkinliklerinin sorumlu tutulduğu bu varsayımları çürütememiştir. Ama tüm uzmanlar, bu varsayımların da tam doyurucu olmadıklarını bilmektedirler. Öyleyse, nedenler neler olabilir? Ozon azalması, en soğuk bölgelerde yer almaktadır: Ölçümler, buz kristallerinden oluşan 100 m kalınlıktaki bulut katmanlarında % 80'lik bir azalma göstermiştir; buralarda sıcaklık, -100°C'dir. Bu durum, araştırmacıların karşısına iki seçenek çıkarmıştır: Ya, olay yalnızca çok düşük sıcaklıklar gerektirmektedir; ya da, kutbun dolanımlı rüzgârlarına eşlik eden buz kristali bulutlarının parçacıkları ve atmosferin bu bölgelerinde dalgalanmakta olan gaz arasındaki etkileşmeler bu olaya neden olmaktadır. Bir katı (kristal) ile gazlar arasındaki tepkimeler dizisi, ozon azalması olayını henüz pek iyi bilinmeyen bir bilim dalı olan heterojen kimyanın konu alanına dahil eder. Laboratuvar araştırmaları da önemli problemler getirir: İçinde, sürekli olarak elliyi aşkın türden ikiyüz dolayında tepkimenin olduğu Antarktika'daki karmaşık kimyasal reaktörün benzeri nasıl kurulacaktır?

Bu nedenle uzmanlar, onlarsız olunamayan gözlemlere koşut olarak, tüm değişkenleri bilinmek koşulu ile, kimyasal ve fotokimyasal tepkimeleri ve bunların karşımı olan süreçleri kapsayan atmosfer modeli hesaplamaları geliştirmişlerdir. Bu modeller, atmosferin fizikokimyasal modellerinin yanlış yolda olduğunu göstermiştir; çünkü fizikokimyanın hesapladığı tepkime hızları tümüyle yanlıştır. Patrick Amedieu ve Pierre Rigand adlı iki Fransızın tan zamanı ozon değişimlerini bulmaları, hesapların incelmelerini sağlamıştır. En iyi ozon uzmanlarından olan Patrick Amedieu, gelecek yıllar içinde tam bir açıklama verebilmek için, atmosfer kimyasını ve dinamiğini birleştiren çok daha ince kuramları beklemek gerektiğine inanmaktadırlar. Amerikalı Lindwood B.Callis ve NASA'nın Lindsay Araştırma Merkezinde çalışan grubu ise, bir fotokimyasal model ile, güneşin etkinliği varsayımını işletmeye çalışmaktadırlar. Dünyanın en güçlü bilgisişleri olan, Palaiseau'daki Cray de, atmosfer modeli hesaplamalarına katkıda bulunmaktadır.

Kimi araştırmacıların hesaplamaları, öbürlerinin de ölçümleri karşısında, ozon azalması yine de bir giz olarak durmaktadır. Bu olay bir doğal nedene dayanıyorsa, etkisi belirli bölgelerle sınırlı kalmalıdır ve çok yavaş olarak gelişmelidir. Bunun tersine olarak, olayın sorumlusu insan etkinliklerinin çevreyi kirlenmesi ise, hızla önlem alınmalıdır; çünkü bu kez, ozon azalması olayı hızlı bir gelişme gösterecektir.

Dünyanın üçüncü büyük CFC üreticisi olan Atochem'in hazırladığı bir broşürde şu değerlendirme okunmaktadır: "Çevresel yönden şimdilik (on-yirmi yıla dek) hiçbir tehlike yoktur; çünkü oluşabilecek olaylar,



ALASKA BUZULU FİYORD YAŞAMINI TEHDİT EDİYOR

7 Ağustos 1985 tarihinde uzaydan alınan soldaki görüntüde, Alaska'daki Russel Fiyord'unun suları (her iki görüntüde sağda), Yakutat Körfezi'ne (solda) serbestçe akıyordu. Ancak, 11 Eylül 1986 tarihinde alınan sağdaki görüntüde Hubbard Buzulu'nun ilerleyerek fiyordun önünü kapatarak bir göl haline dönüştürdüğü görülüyor. İleri aşamada buzulun ilerlemesiyle körfezin tamamının buzla dolacağı tahmin ediliyor. Bu olay, insanoğlunun tanık olduğu, okyanusta buzulun meydana getirdiği en büyük doğal değişim olarak yorumlanıyor. Yakutat Körfezi'ndeki canlılar için bir tehlike oluşturmayan olay, Russel Fiyordu'nda mahsur kalan, fok balıkları dahil olmak üzere birçok canlının oksijen eksikliği nedeniyle ölümüne yol açacaktır.

Resimlerdeki Landsat görüntülerinde bitki örtüsü yeşil, kayalar ve toprak örtüsü kırmızı, deniz suyu lacivert, buz ise beyaz renkte görülmektedir.

Nature'dan çev.: Sancar OZANER

- Bilim topluluklarınca sıkı bir biçimde denetlenmektedir;
- Tersinmez değildir;
- Şimdiki durumda, doğal olaylarla aynı büyüklük basamağındadır."

Ozon, yine Antarktika'daki ve Kuzey Kutbundaki azalmasını sürdürecektir. Bilinmesi gereken, ilk zarar görenlerin kutuplar mı olacağı ve bu düşüşün genelleşip genelleşmeyeceği; ya da tersine, bu azalmanın gitgide ve doğal biçimde ortadan kalkıp kalmayacağıdır. CFC'ların atmosferdeki yaşam süreleri ve getireceği tehlikeler gözönüne alındığında ise, ilgili herkesin durumu sürüncemede bırakmaması gerekmektedir.

Science et Avenir'den çev.:

Dr.Hanaslı GÜR

BİLİM VE TEKNİK