

Ozon Tabakasının Dünü, Bugünü, Yarını... Atmosferdeki Delik

Ozon tabakasındaki delinmenin sonuçlarını kabaca artık herkes biliyor: Küresel ısınma ve Güneş'ten gelen zararlı ışınların engellenememesi. Bir ara herkesin gündeminde olan ozon tabakası, neredeyse unutulmaya yüz tuttu. Ancak bu durum tehlikenin geçtiğini değil önemsenmediğini gösteriyor. Ozon tabakasındaki deliğin büyümesinden kaynaklanan tehlike gerçekliğini koruyor. Hâlâ çevre örgütleri ve akademisyenler, geleceğimizi karartabilecek bu tehlike üzerine çalışmalar yapıyorlar. Peki bu çalışmalar sonucunda dünden bugüne ne değişti ve ne gibi gelişmeler oldu?

Ozon tabakası, kloroflorokarbonların (CFC) yol açtığı bozulmaya çok uzun süredir maruz kalıyor. CFC'ler soğutucularda kullanılan gazın ana maddesi. Ayrıca, özellikle batı toplumlarında yaygın olarak kullanılan deodorant spreylere de bunları yoğun olarak içeriyor. 1928'de keşfedilen CFC'lerin kullanım alanları çok geniş ve yaşam süreleri çok uzun. Kullandıktan sonra atmosferde yükselerek stratosfere kadar çıkan CFC'ler ozon kabakasının oluşturan üçlü oksijen moleküllerinin yapısını bozuyor.

Ozon tabakasında Antarktika'nın üzerinde oluşan delik, 1977'den beri söyleniyor olmasına rağmen ancak 1985'te gündeme geldi. Viyana'da yapılan toplantıda ozon tabakasının koruma altına almak ve araştırmaları sürdürmek için bazı kararlar alındı. 1987'de klor ve bromidin stratosferdeki ozonu bozduğu kabul edildiğinde, zarar veren maddelerin azaltılması Montreal Protokolü ile kabul edildi. Daha sonraki yıllarda da süren bu uluslararası çalışmaların sonucunu Montreal'de 1 Ocak 1999'da yapıldı. Tüm bu toplantılar sonucu CFC'lerin kullanımında sınırlamalara gidildi ve araştırmalara hız verildi.

Geçtiğimiz yıla kadar bilim adamları, küresel ısınma ve dolayısıyla sera etkisiyle ilgili çalışmalarını daha çok atmosferin alt katmanları, yani troposfer üzerinde yoğunlaştırmışlardı. Bu çok anlaşılabilir bir şey. Troposfer 12-15 kilometre genişli-

ğinde olsa bile atmosferin % 75'lik kütlelerini içinde barındırıyor. Troposferde hava olayları meydana geliyor, uçakların büyük çoğunluğu burada uçuyor ve en önemlisi, burada biriken gazların sera etkisi yarattığını gösteren kanıtlar artıyor.

Ama uzamsal açıdan bakacak olursak, troposfer atmosferin yalnızca bir parçasını oluşturuyor. Böyle olunca, troposferdeki olaylar dışında, daha yukarılardaki stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanlarında olanların da sera etkisini arttırdığını düşünebiliriz. Aslında 1999'da bilim adamları, atmosferin üst katmanlarında olan değişikliklerin, aşağıdakilerden daha önemli olduğunu buldular. Ve çok daha sıcak olması gereken üst katların tersine soğuduğunu keşfettiler.

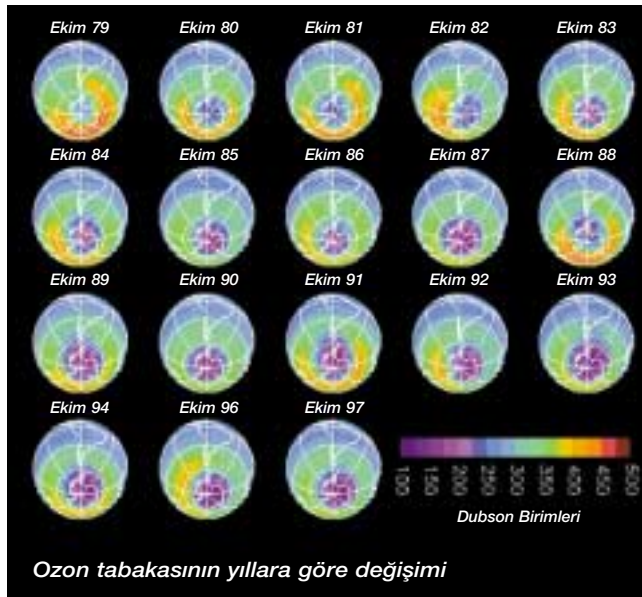
Örneğin stratosferi ele alalım. Bu katman troposferin hemen üzerinde yeryüzünden 15 ile 50 kilometre yukarıda bulunuyor ve bizi Güneş'in zarar-

lı morötesi ışınlarından koruyan ozon tabakasını da içeriyor. Bilim adamları sürekli olarak bize bu konuda uyarıda bulunuyorlardı. Ancak son bir kaç yılda uyarının biçimi değişti: Eğer sera etkisi yaratan gazlar atmosferde birikmeye devam ederse, stratosferdeki soğuma ozon tabakasındaki yıkımı hızlandıracak ve Arktik ozon deliği Antarktik ozon deliği kadar genişlemiş olacak.

Bu arada mezosferde olanlar da bize birşeyler anlatmaya çalışıyor. Herkesin tahmin ettiğinden çok daha hızlı (her yıl 1 derece) soğuyan mezosfer, küresel iklimin değiştiğini gösteren en son ve büyük işaret.

Bu nasıl oluyor? Güneş ışınları atmosferi yukarıdan başlayarak ısıtmıyor mu? Burada önemli olan, yerkürenin yansıttığı ısının ilk katmanda yani troposferde hapsediliyor olması. Üst katmanların ısınamayıp soğuyor olması gerçek bir sera etkisinin başlamış olduğunu gösteriyor. Seranın üst camı (ki bu camı troposferde biriken metan ve karbondioksit gazlar oluşturuyor) troposferin üstünde mezosfere ve daha yukarıya ısının aktarılamamasına neden oluyor.

Sıcak havanın her zaman yükseldiği öngörüsü de burada işe yaramıyor. Çünkü sıcak hava, yukarı çıkamıyor. Troposferde yükselmeye başlayan sıcak hava ozon tabakasına yaklaştığında bakıyoruz ki artık kendisi çevresindeki havadan daha sıcak değil hatta serin; çünkü Güneş'ten gelen ısıyı soğuran ozon tabaka-



sı, etrafı iyice ısıtmış. Böylece yine atmosferin üst katmanları ısınmamış oluyor. Bilim adamları küresel ısınma dışında bir terim daha kullanmaya başlıyorlar: Radyoaktif soğuma.

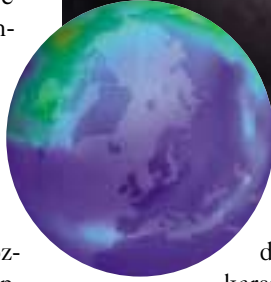
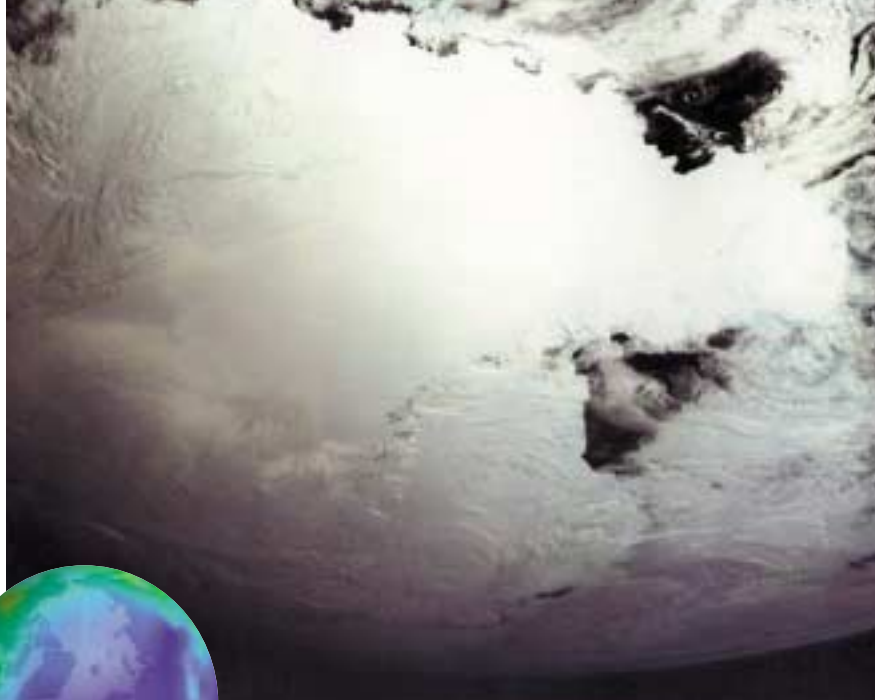
Radyoaktif soğumayla birlikte daha önceden düşünülmemiş olasılıklar gündeme gelmeğe başladı. İngiliz Antarktik Araştırmaları grubundan bilim adamlarının geçen yıl Journal of Geophysical Research'de yayınladıkları bir rapora göre, bu soğumayla atmosferin üst katmanlarındaki gazlar yoğunlaşmaya başladı. Bu da gazların daha az yer kaplaması nedeniyle atmosferin küçülmesi anlamına geliyor. Ölçümlere ve araştırmalara göre, mezosferin Antarktika'nın üstüne denk gelen kısmında son 40 yılda 8 kilometrelik bir incelmeye olduğu gözlemlendi. Benzer veriler, Avrupa üzerindeki bölgede de elde edildi.

Sıcaklıktaki ani değişimler, atmosferin bazı bölgelerinde günden güne dramatik genişlemelere ya da daralmalara yol açıyor. Ayrıca ölçümlere dayalı başka bir öngörüye göre yeni yüzyılda karbondioksit oranındaki yüzde yüzlük bir artış, yerküre uzay boşluğuna 20 km daha yaklaştıracak. Atmosferdeki bu daralma ve seyrelmeyle havanın aerodinamik direnci de yarıya düşeceği için yörüngedeki bazı uyduların önümüzdeki bir kaç on yıl içinde orada duramayacaklarını ve bu uyduların yeni tip tasarımlara gereksinimleri olacağı düşünülüyor. Bu tür senaryolar dışında iyileştirme sonucunda ozon tabakasının yeniden düzeleceğini öngören senaryolar da var.

Ozon Tabakasını İyileştirmek

CFC'ler içinde bulunan klor hem doğa hem insan üretiyor. Ama doğanın ürettiği klor suda çözünebilen kısmı, stratosfere kadar ulaşmıyor.

İnsan yapımı klor ve bromid düzeyi düşmediği sürece, ozon tabakasının zarar göreceği açık. Ancak bilim adamları, sınırlamalara uyulduğu takdirde ozon tabakasının bu yüzyılın ortalarında kendini yenileyerek normal seviyesine ulaşacağı görüşündeler. Tamir sürecinin bu kadar uzun olmasının nedeni de CFC ve diğer zararlı bileşiklerin ömürlerinin uzun olması.



1999 yılı Kasım ayında NASA uydularından alınan Antarktika üzerindeki ozon tabakası görüntüsü (solda). Antarktika (üstte).

CFC'ler dışında tarım zararlılarına karşı kullanılan bazı pestisitler de ozon tabakasını etkiliyor. Hatta 1997 Ağustos'unda bilim adamlarının Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na gönderdiği mektupta bu tehlikeli pestisitlerde kullanılan metil bromid adlı kimyasal maddeyle ilgili bir rapor bulunuyor. Bu rapora göre, madde toprağa zarar verdiği gibi, ozon tabakasının yıkımında da onda bir oranında sorumlu. Fakat bu konuyla ilgili önlemler ancak 2001 yılında yürürlüğe girebilecek ve kısıtlama şimdilik dörtte üç oranında olacak. 2001'den sonraki yıllarda metil bromidin kullanımının tamamen kaldırılması ve daha katı kurallar getirilmesi bekleniyor.

Ozon tabakasını etkileyen kimyasalların başında temizlik malzemelerinin içinde bulunan trikloroetan (CH_2CCl_3) geliyor. Bu maddenin kullanımının günümüzde sınırlandırılmış olması ozon tabakasında belli bir iyileştirmeye yol açacak. Ancak diğer ha-

lokarbonların da azaltılmasına ivedi gereksinim var. Diğer halokarbonların başında da CBrClF_2 (halon-1211) geliyor. Ozon tabakasını en çok etkileyen bu gazın kullanımında herhangi bir azalma olmamış.

Yine de bazı iyileşmeler olmuyor değil. Bilim adamlarının yaptığı hesaplamalara göre ozon tabakasına zarar veren maddeler, 1997 yılıyla 80'lerin sonlarını karşılaştırdığımızda epey azalmış durumda. Bilim adamları bu azalmanın yine de daha dikkatle gözlenmesi görüşündeler. Çünkü aerosollerde, yangın söndürücülerde ve temizlik malzemelerinde kullanılan çözücülerin atmosfere salınımı, kullanım biçimleri açısından çabuk olurken, buzdolapları ya da havalandırmalarda kullanılanların (geçmişte CFC-11 ve CFC-12 kullanımının yaygın olduğu alanlar) atmosfere salınımı yıllar sonra oluyor.

Kullanımı en çok azalan maddeler temizlik malzemelerinde kullanılan çözücüler (CFC-13 ve CH_3CCl_3). Burada önemli olan, piyasaya sürülmüş ve henüz hiç kullanılmamış ozona zarar verebilecek maddelerin oluşu. Ayrıca göz önünde tutulması gereken başka bir önemli nokta da, bu maddelerin ne kadar süre atmosferde etkilerini korudukları. Tüm bunlar birleşince, üretimi durdurulan ya da azaltılan zararlı maddelerin tehlikesi daha iyi anlaşılıyor.

Özgür Ergin

Kaynaklar:

Montzka, S., Butler, J., Elkins, J., Thompson, T., Clarke, A., Lock, T., "Present and Future Trends in Atmospheric Burden of Ozone-Depleting Halogens", *Nature*, 22 Nisan 1999, Pearce, F., "Promising The Earth", *New Scientist*, 30 Ağustos 1997 Pearce, F., "Chill in the Air", *New Scientist*, 1 Mayıs 1999 <http://www.unep.org/ozone/> http://www.ec.gc.ca/ozone/protect/sect5_e.html

Kimyasallar	Endüstriyel ya da çok bilinen isimleri	Ömürleri (yıl)
CCl_2F_2	CFC-12	100
CCl_3F	CFC-11	45
$\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$	CFC-113	85
CH_2CCl_3	Metil kloroform	4,8
CCl_4	Karbon tetraklorit	35
CBrF_3	H-1301	65
CBrClF_2	H-1211	16
CHCl_2F	HCFC-22	12
CH_3CClF_2	HCFC-142b	19
$\text{HC}_3\text{CCl}_2\text{F}$	HCFC-141b	9

Atmosferik halokarbonların kaç yıl etkin kalabildiklerine ilişkin tablo.