



OZON SORUNU

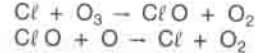
Ramazan AYDIN*

Ozon tabakası atmosferin yaklaşık 15-20 km yükseklikleri arasında stratosfer katmanı içinde bulunur. En yüksek ozon yoğunluğuna 20-30 km yüksekliklerde rastlanmakta, 55 km'den sonra ozon bulunmamaktadır. Yer yüzünde ise, doğal ozona hemen hemen rastlanmamakla birlikte, yapay yöntemlerle üretilebilmektedir. Ozon yoğunluğu stratosferde bölgesel ve mevsimsel farklılıklar gösterir(1). Yoğunluk kış aylarında yaz mevsimine göre artar ve kutplarda ekvatora nazaran daha sık olarak bulunur. Kutup enlemlerinde ozon yoğunluğu 16-18 km yüksekliklerde en yüksek değerine ulaşırken, ekvator üzerinde yaklaşık 25 km yükseklikte maksimum olmaktadır.

Üç oksijen atomundan oluşan ozon molekülü (O_3) Güneş'ten gelen ışınlardan morötesi ışınları soğurmak suretiyle bunların yer yüzeyine ulaşmasını engeller. Dalgaboyu 200-300 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) arasında bulunan söz konusu morötesi ışınlar, insanlar ve diğer canlı varlıklar için zararlı hatta öldürücüdür. Ozon tabakası tarafından soğurulan bu ışınların enerjileri, kimyasal reaksiyonlar sonucunda, ısı enerjisine dönüşür.

Ozon molekülü stratosferde güneş ışınlarının etkisiyle ortaya çıkan fotoayırışma yoluyla oksijen molekülünden üretilebildiği gibi, yine güneş ışınlarının etkisiyle çözülebilir. Ancak ozonun yok olmasına neden olan doğal süreçlerin yanı sıra, insan ürünü kay-

naklar da, canlılar için hayati önemi bulunan bu gazı tüketebiliyor. Ozonu olumsuz etkileyen insan ürünü kaynaklar arasında bilhassa etkin olanları klor gazı içeren kloro-floro-karbonlardır (KFK). Yaklaşık 25-40 km yükseklikte, morötesi ışınların etkisiyle, bu bileşiklerin klor atomları serbest kalıyor ve ozon molekülü ile zincirleme reaksiyonlara girmek suretiyle ozonu parçalayabiliyor. Bu tür kimyasal olaylara örnek olarak aşağıdaki zincir reaksiyonunu gösterebiliriz:



KFK gazları atmosferde aşağı yukarı 75-120 yıl yaşayabiliyorlar. Yaklaşık beş yıl troposferde kaldıktan sonra stratosfere geçen bu gazlar orada morötesi ışınların etkisiyle ayrışarak Cl gazını serbest bırakıyorlar. Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi, reaksiyonun ikinci basamağında Cl atomu serbest kalmakta ve bu atom O_3 ile yeniden reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyonlar klor gazının uygun bir gaz molekülü tarafından tuzaklanmasına kadar sürer. Böylelikle bir klor atomu stratosferde kaldığı süre zarfında binlerce ozon molekülünü parçalayabilir. Benzer biçimde HO_x ve NO_x bileşikleri O_3 molekülleri ile iki basamaklı reaksiyonlara girerek ozon oksijene dönüşümünü katalizlemektedirler.

Atmosferde bulunan ve ozon için tehlikeli olan eser gazların yoğunlukları 1970 ortalarından beri muntazaman ölçülmektedir. Ölçüm sonuçları, klor içeren kloro-floro-karbon bileşiklerinin yanı sıra, yine ozon için tehlikeli olan, CO_2 , N_2O ve CH_4 gazlarının yoğunluklarında da önemli artışlar olduğunu or-

* ODTÜ, Fizik Bölümü, Ankara.

taya koymuştur. Sera etkisi ile yer atmosferinin ısınmasında büyük rolü bulunan CO₂ gazı başta olmak üzere, eser gazların atmosferik yoğunlukları 1975 yılından beri büyük ölçüde artmıştır. Bunlardan KFK'lar son yirmi yıl içinde hemen hemen iki katına çıkmıştır. Bilindiği gibi, KFK gazları evlerde ve endüstride soğutma sistemleri, temizlik, dezenfekte ve köpük maddeleri aracılığı ile günlük yaşamımızda yaygın şekilde kullanılıyor. Bu gazlar ayrıca elektronik endüstrisinde de önemli rol oynamaktadır.

1970'li yılların ortalarında KFK'ların ozonun yok olmasında çok etkin bir rol oynadığı saptandıktan sonra bu alanda araştırma faaliyetleri yoğunlaştırılmıştır. 1985 yılında Antarktika'da büyük ozon deliğinin ortaya çıkması, konunun ciddiyetini büsbütün artırmıştır(2). Uydular aracılığı veya uçak ve balon uçuşları ile gerçekleştirilen ölçümler, 1979-1989 yılları arasında ozon yoğunluğunun Antarktika'da yer yer % 50 dolayında incelendiğini ortaya koyuyor. Güney kutbunda ozon incelmesinin hatta bazı bölgelerde tamamen tükenmiş olmasının başlıca nedeninin kimyasal olduğu ve bunun da insan ürünü olan kloro-floro-karbonlardan kaynaklandığı konusunda atmosfer bilim adamları fikir birliği içindedirler.

Güney Kutup bölgesinde olduğu kadar ciddi bozulalarda olmamakla birlikte, ozon azalması Kuzey Kutup bölgelerinde de ölçülmüştür. Son yıllarda uçuşlar ve lazer LIDAR (Light Detection And Ranging) ölçüm istasyonları yardımıyla gerçekleştirilen gözlemler, Kuzey Yarımküresinde de ozon yoğunluğunda belirli ölçülerde azalmalar olduğu bulunmuştur(3). Ancak, deneysel bulguların duyarlılıkla değerlendirilmesi, Kuzey Yarımküresindeki ozon incelmesinin kutsal dinamik olaylardan kanaklandığını gösteriyor. Bu bölgede sıcaklığın Güney Kutbunda olduğu kadar çok azalmaması ve dolayısıyla kimyasal olaylar için gerekli koşulların oluşmaması, Kuzey Kutbunda Güney'e nazaran daha az ozon azalması ortaya çıkmasının başlıca nedenleridir.

Deneysel bulgulara ve model hesaplamalara göre, 1989 yılı itibarıyla ozon tabakası genelde ortalama % 2 kadar incelmıştır. KFK'ların üretiminde bugünkü artış hızı ile devam etmesi durumunda 20-30 yıl sonra incelmeye % 10-12'e kadar yükselebileceği hesaplanıyor.

Ozon tabakasının insan sağlığı ve ekolojiji korruma bakımından hayati öneme sahip olduğu ve korunması gerektiği konularında herkes aynı görüşü paylaşmaktadır. Son yıllarda gözlenen ozon tabakasındaki bu olumsuz değişimin yol açtığı ve ileride açabileceği etkilere karşı tüm canlı varlıkları, doğal kaynakları ve tarımsal ürünleri korumak amacıyla uluslararası önlemler alınmaktadır. Öncelikle, insan ürünü olan KFK'ların üretimi ve tüketiminin kontrol altına alınması yolunda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Diğer yandan, söz konusu kimyasal maddelere alternatif olabilecek yeni maddelerin bulunması ve KFK'ların yerine kullanılması gündeme gelmektedir. Bu amaçla, kimyasal madde üreten pek çok uluslararası kuruluş, alternatif madde ve alternatif teknoloji arayışı içine girmiştir.

Gündeme gelen yeni maddelerden bazıları öteden beri önerilen KFK'larda klor gazı yerine hidrojen gazının geçmesi ile elde edilen hidro-floro-alkanlar (CFC₂; HFA) ve hidro-kloro-floro-karbon (CFC₃; HKFK) maddelerdir. Bunlardan özellikle, ticarî deyimiyile, HFA-134a üzerindeki çalışmalar oldukça ilerlemiştir. Görüldüğü gibi bu alternatif maddeler de klor içeriyorlar. Ancak bu maddeler az kararlı olup, ozon tabakasına kadar ulaşmıyorlar.

Alternatif maddelerin geliştirilmesi ve uygulanmasında başlıca sorun maliyet artışıdır. Örneğin, HFA ve HKFK'lar KFK'lardan daha çok pahalıdır. Bazı alternatif maddelerin kullanılabilmesi için zorunlu olan yeni teknoloji büyük malî külfet getirmektedir. O halde, maddesi ile birlikte teknolojisi de ucuz olan kimyasallara gereksinme bulunmaktadır. Önerilen ucuz alternatif maddeler arasında propan ve amonyak gazları ile su soğurucu soğutucular bilhassa dikkati çekmektedir. Ancak bu gazların yanıcı ve zehirli olmak gibi olumsuz yönleri var. Bu da teknolojik uygulamada maliyeti artırıyor.

KFK'lara alternatif olabilecek ozon dostu madde ve teknoloji arayışı henüz yeni başlamış olup, günlük yaşama girmesi daha zaman alabilecektir. Buna karşın, ozon incelmesinin insan ve çevre üzerindeki öneminin anlaşılması ve önlem alınması gerektiği konusunda herkesin aynı görüşü paylaşıyor olması, soruna çözüm bulunmasını kolaylaştırıyor ve doğa için ümit veriyor.

KAYNAKLAR

- 1-) M.L. Salby and R. R. Garcia, Physics Today, March 1990, P. 38.
- 2-) J. C. Farman et al., Nature, 315,207, 1985.
- 3-) A. Plamp, Nature, 347, 20, 1990.



Hadi çocuklar başka bir şey konuşalım lütfen!