

# OZON

## DÜNYANIN KORUYUCU SİPERİNDEKİ ESRARENGİZ DELİK



*Karamsarların atmosferik "buhranlı bölge" diye yorumladığı ozon deliği, bir tabiat olayı mı? Güney Kutup Bölgesi üzerindeki ozon deliği, birkaç yıl içerisinde yapılan araştırmalar sonunda ortaya çıkarıldı.*

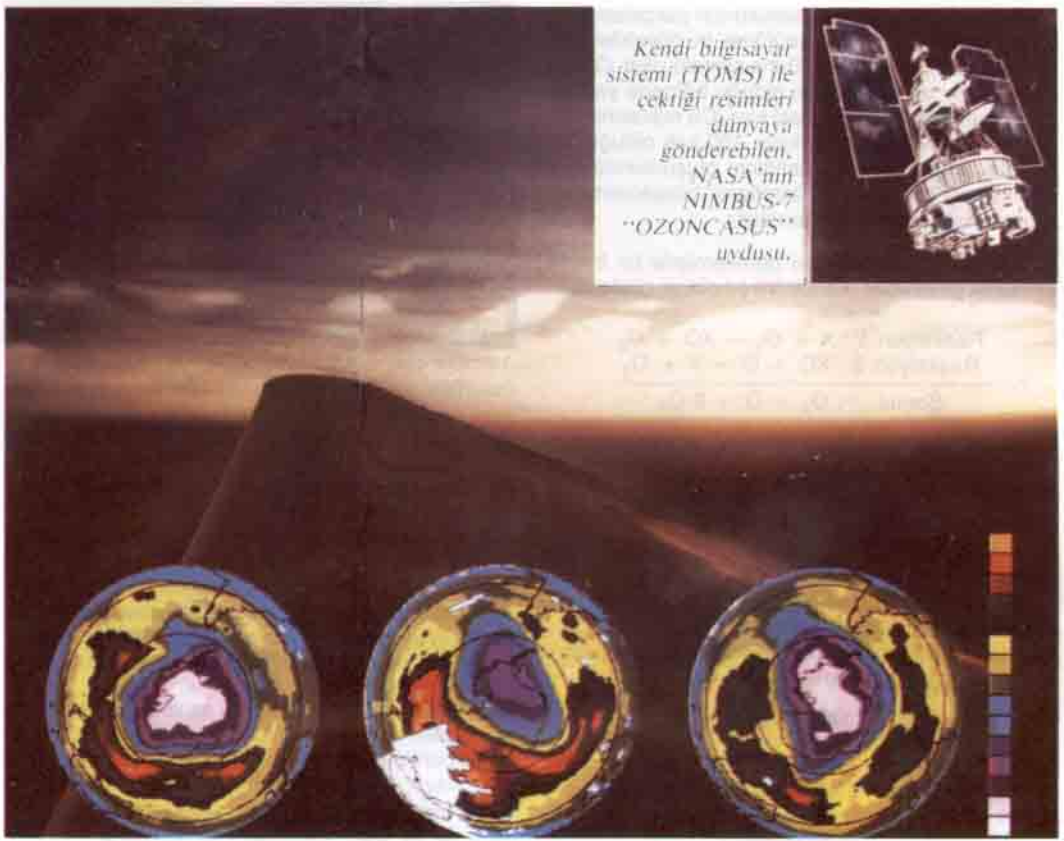
*Ozon tabakasındaki delikler, nasıl oluyor da bir yıl içerisinde endişe verecek kadar büyüyüp, ertesi yıl ortadan kayboluyorlar? Hayatın devamı için gerekli olan, ozon tabakasındaki bu değişimlerin nedenlerini anlayarak, tabiatın doğal dengesinin korunması için gerekli önlemlerin vakit geçirilmeden alınması gerektiğini sürekli olarak gündemde tutmalıyız.*

**O**zon tabakasının, üç milyar yıl boyunca Zyano-bakterileri, su yosunları ve daha uzun su bitkilerinin, yer yüzü atmosferini oksijence zenginleştirmelerinden sonra oluştuğu sanılmaktadır. Dünyanın

atmosfer katmanlarından olan Stratosferde yüksek miktarda bulunan ozon, Güneş'ten gelen ve canlı organizmalar için zararlı mor ötesi (U.V.) ışınları tutarak yer yüzüne ulaşmalarına engel olmaktadır. Oluşumunun 420 milyon yıl öncesine dayandığı düşünülen OZON TABAKASI, dünyada canlı organizmaların oluşmasını ve bu süre zarfında tehlikeli miktarların altına düşmeyerek, canlı hayatın devamını sağlamıştır.

Ozon deliğinin, önce Güney Kutbunda, daha sonra da Kuzey Kutbunda bulunmasından sonra, pek çok araştırmacı, bunun nedenlerini araştırmaya çalıştı. Ozon tabakasındaki incelleme ve delinmeyle ilgili olarak, atmosferdeki hava akımları ve Güneş'in etkisi gibi değişik görüşler ortaya atılıp tartışıldı.

Kendi bilgisayar sistemi (TOMS) ile çektiği resimleri dünyaya gönderebilen, NASA'nın NIMBUS-7 "OZONCASUS" uydusu.



İçinde hava şartlarının anında değerlendirildiği, yüksekte uçabilen bir laboratuvar uçağından, kutup bölgeleri üzerindeki soğuk stratosfer bulutlarının resmi çekildi. Aynı zamanda NASA'nın NIMBUS-7 uydusu tarafından Güney Kutbu üzerinde, üç yıl boyunca her 5 ekimde yapılan ölçümlerde elde edilen veriler kaydedildi. Kırmızı, turuncu ve beyaz renkler, yüksek konsantrasyonda ozon bulunduğu, pembe ise, en düşük değerde olduğu anlamına gelir.

## Yapılan Araştırmalar, Ozon Deliğinin Var Oluş Nedenlerini Teker Teker Ortaya Çıkıyor

1974 yılında Mario Molina ve F.Sherwood Rowland, laboratuvar şartlarında ozon gazı üzerinde bozucu etki yapan "Kloroflorokarbon" gazı (CFC) hakkında elde ettikleri deneysel bulgularla, kamuoyunun dikkatini bu kimyasal madde grubu üzerine çekmişlerdir. Yine Alman kimyacı Paul S.Crutzen de bu madde grubu hakkında, halk arasında panik yaratacak kadar ilginç açıklamalar yapmıştır. O halde, CFC vasıtasıyla bozulan ozon tabakasının, panik yaratmakla ilgisi nedir? Cevabı şu şekilde veriliyor: Evet, problem klor'da. Bileşikler Stratosfer tabakasına ulaştıklarında, mor ötesi ışınların etkisiyle parçalanıp klor (Cl) atomları açığa çıkarıyorlar.



Bu klor atomu da, ozon molekülünü parçalayarak yok olmasına neden olmaktadır. Her bir klor atomunun

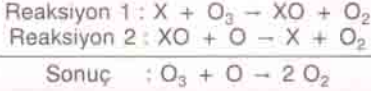


Önceleri orman olduğu bilinen çeltik terasları: Gezegenimizi çevreleyen gaz kılıfının bileşimini ölçülebilir bir şekilde değiştiren büyük miktardaki çeltik tarımı, Asya ve Güney Amerika'da da teşvik ediliyor.



yaklaşık 100.000 ozon molekülünün parçalanmasına neden olabileceği düşünülürse, bu bileşiklerin etkileri daha iyi anlaşılabilir. Daha sonraki yıllar, Güney Kutbundaki ozon deliğinin olduğu bölgede yapılan incelemelerde, bu bölgedeki klor (Cl) miktarının, atmosferin diğer yerlerindeki 100 katı olduğu bulunmuş ve bu da ozon deliğinin oluşumunda klor atomlarının, dolayısıyla "Klorofloro" bileşiklerinin etkisinin olabileceğini göstermiştir.

Bu duruma, aşağıdaki denklemlerle bir başka açıklama getirilebilir. Katalizörü (x) olarak gösterelim:



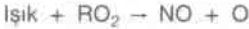
Birinci reaksiyonda tüketilen (x), ikinci reaksiyondan sonra tekrar bir başka sürece girip kaybolana kadar hazır bulunur. Eğer X = Cl ise, klor, hidrojen (H<sub>2</sub>) ile reaksiyona girer ve kararlı HCl'i oluşturabilir.



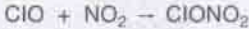
Klorun sebebiyet verdiği ozon bozunması için reaksiyonların en önemli grubu klormonoksitten (ClO) meydana gelir (reaksiyonlar şeması 11. denklem). Klormonoksit şu şekilde ayrışır:



Klor, burada ayrışır ve ozona etki edebilir. Eğer azotdioksit (NO<sub>2</sub>) ışık alırsa, azotoksit ve atomik oksijene ayrışır.



Atomik oksijen, ozonun bozunması için ya azotoksit ile ya da klor ile (reaksiyonlar şeması 8-10 ve 11-13 nolu denklemler) reaksiyona hazırdır veya tekrar klor ile birleşerek klormonoksiti meydana getirir. Diğer taraftan klormonoksit, azotoksit ile de klornitratı teşkil edebilir.



Stratosferin en büyük klor kaynağı, metilklorür (CH<sub>3</sub>Cl) gazıdır. Bu gaz, büyük oranlarda okyanuslarda oluşur ve atmosfere bırakılır.

Gündemdeki bir başka sorunun da, bulutlardaki klorun kaynağının ne olduğu idi. Araştırmacılar bu soruyu da şu şekilde cevaplandırıyorlar: "Tabii ki volkanlardır". 1982 yılının ilkbaharında püsküren El-Chichon yanardağı, ozon deliğinin büyümesine sebep oldu. 1987 yılından önce yapılan ölçümler, aradaki farkı açıkça ortaya çıkardı. Ayrıca Volkan-Aeresol'unun da Stratosferi soğuttuğu görüldü. Ozon bozunmasında etkisi olan bu süreçlerin, ozon deliğinin büyümesinde bir başka etken olan Stratosferik bulutların çok miktarda teşkil edilmesinin yardımcı oldukları görüldü.

Mario Molina ve arkadaşlarının yaptıkları hesaplamalar, eğer önlem alınmazsa, CFC ve diğer zararlı etkilere dolayı 2000 yılına kadar ozon tabakası-



Meksika'daki El Chichon volkanının püskürmesi: Kül bulutları, stratosferin içlerine kadar ulaşıyordu. Bazı tabii afetler, atmosferi sürekli etkileri altında buldurmaya devam ediyor.

nın % 30 oranında bir azalma olabileceğini ortaya çıkardı. Yine aynı yıllarda Amerikalı kimyacılar, ses duvarını aşan uçakların çıkardıkları egzoz gazı olan "azotoksit" in (NO<sub>x</sub>), ozon tabakasını yok edici etkisinin çok fazla olacağını belirtmişler ve bunu "günde 7 saat, 20 km'lik bir yükseklikte uçuş yapan 500 süper jet uçağın, ozon tabakasının % 50 oranda azalmasına sebep olacaktır" örneği ile açıklamışlardır.

Bugün ozon tabakasındaki azalma, yukarıda tahmin edilen değerlerin çok altında bulunmaktadır. O halde bunlar sadece kuru gürültü müydü? Hem evet, hem hayır. Ozonun bozunmasında % 70'lik payla mor ötesi ışınlar, % 25'lik payla azotoksit (NO<sub>x</sub>) ve % 5 ile de diğer etkenlerin rol oynadığı varsayılmaktadır.

Her büyük güneş patlamasından sonra, aynı anda atmosfere ulaşan protonlar vasıtasıyla, azotun oksijen ile reaksiyona girmesi kolaylaşır. Bütün NO<sub>x</sub> bileşimlerinin yanında, güldürücü gaz da (N<sub>2</sub>O) meydana gelir. Bununla beraber, Stratosfer'den bir miktar ozon yok olur. Bu yok olan miktar, kısa bir zaman sonra telafi edilir. Öyle ise, protonlar tarafından üretilen güldürücü gazın hepsi, ozonun bozunmasına iştirak etmez. N<sub>2</sub>O, Stratosfer'de azot ve oksijen içerisinde de bölünerek, ozona zarar vermez.

Atmofere zararlı etkisi olan metan gazındaki (CH<sub>4</sub>) düzensiz yükselmenin (yılıda 0,65 oranında), neden ileri geldiği açık değildir. Frankfurt Üniversitesi Klimatologu Christian-Dietrich Schönweise, "Der Treibhaus-Effekt" adlı kitabında, bu artışın kaynağının insanlar olduğunu ileri sürüyor ve devam ediyor: "Asıl kaynaklar, çeltik tarımında ve büyükbaş hayvanların yetiştirilmesindedir. Suda olgunlaşan çeltik bitkisi, olgunlaşmaya başlayınca çok miktarda metan gazı atmosfere karışır. Metan gazı, büyükbaş hayvan yetiştirilmesinden başka, metabolizmadaki maddenin oluşumunda, biyolojik maddelerin yanmasında (odun, saman gibi), doğal gaz kullanılmasında ve nihayet doğal gaz kaçaklarından sızmalar sonucu serbest kalır." Buna rağmen, büyükbaş hayvan yetiştirilmesi ve doğal gaz kullanımını gün geçtikçe artarak devam etmektedir.



1986 yılında, Colorado Boulder'deki "National Center for Atmospheric Research" dan Robert Dickinson ve Ralph Cicerone, atmosferdeki zararlı değişimlerden biri olan "sera etkisi"yle ilgili olarak, "2050 yılına kadar tahmini sıcaklık artışı ortalamasının beş dereceden daha çok, yani bir "iklim felaketi" olabileceği şeklinde bir açıklama yapmışlardı. F.Sherwood Rowland ise, aynı yıl basına şu şekilde bir açıklama yapmıştı: "Sera etkileri devam ettiği sürece, 500-1000 yıl boyunca insanların ölmesine neden olabilecek sıcaklık yükselmeleri meydana gelecek." Amerikalı Klimatolog Veerabhadran Ramanathan, sera etkisi ile ilgili şunları söylemişti: "Biz meseleyi ne kadar heyecanlı bir şekilde ele alırsak, insanlık için o kadar daha iyi olur."

1985 yılında, Halley Bay'deki İngiliz Antarktika istasyonu bilim adamları, 1977 yılından beri her Ekim ayında yaptıkları ölçüm ve incelemelerle, Antarktika kıtası üzerindeki ozon tabakasında bir deliğin var olduğunu ortaya çıkardılar. Ancak bu deliğin, yapılan gözlemler sonunda yine her Kasım ayında kendiliğinden kapandığı tespit edildi. NASA bilim adamları, bu olguyu onayladılar. NASA, ölçümlerini araştırma uydusu NIMBUS-4'ün içinde bulunan bilgisayar yardımıyla yaptı. Elde edilen verileri, daha önceki ölçümlerle karşılaştırarak, doğruluklarını ortaya çıkardı. 1986 ve 1987 yıllarında NASA'nın organize ettiği geniş kapsamlı araştırma seyahatleri de bu olaya ışık tutmuştur.

Ozon deliği, 1987 ve 1989 yıllarında belirgin bir şekilde kendisini gösterdi. 1988 yılında ise, diğer yıllara nazaran daha küçüktü. Bu periyodik olayın sebebi, tam olarak açıklığa kavuşmadı. Atmosferde, kimyasal olayların yanında fiziksel olayların da gö-

*Ozon tabakası hakkında evrensel ilk bilgi: Balonla yapılan araştırmalarla (burada Kuzey İsveç'te) atmosferin yüksek katmanlarındaki gaz miktarları kaydedildi (solda).*

*Teknik ve tabiat çelişkisi: Yarı iletken plâkaların imalatı, ekstra bir temizlik ister. Fakat deterjanlar, ozonun katili diye nitelenen, floroklorohidrokarbon (FCKWs) ihtiva eder (altta).*



rüldüğü bir gerçektir. Böylece "Dinamikçiler" ve "Kimyacılar" olmak üzere iki ayrı araştırma grubu oluştu.

Kimyacılar, ozon deliğinin, sadece Güney Kutbunda ve yine sadece neden Ekim ayında meydana çıktığını açıklayamadılar. Dinamikçiler ise, ozon deliğinin, Antarktika kıtası üzerindeki atmosferik hareketlerin bir sonucu olabileceği ve büyümesinin, devam edeceği görüşünü desteklediler.

## Dünyayı Çevreleyen Gaz Kılıfı Gün Geçtikçe Değişiyor

Konusu ozon tabakası olan bir seminerde Zeller, "Stratosfer'deki sıcaklığın -60°C'nin altına düşmesi, her yılın Mart-Nisan aylarında başlar. Haziran-Ağustos ayları arasındaki azamî sıcaklık ise, -80°C ile -90°C civarındadır. Sıcaklığın tekrar yükselmesi, yaklaşık ağustosun sonunda Stratosferin altındaki güneş ışınlarının çıkmasıyla başlar. Asıl mesele, ozon tabakasının, mor ötesi ışınları emmesidir. Bundan dolayı anı sıcaklık yükselmeleri ozon tabakasının yoğunluğuna bağlıdır", şeklinde görüşlerini ifade etti.

Crutzen, Heidelberg'deki Max-Planck-Enstitüsü Atom Fiziği Bölümü'nden Frank Arnold ile birlikte, -80°C'de donan, nitrikasit ve sudan meydana gelen bir karışım teorisi ileri sürdüler. Ortaklaşa yayınladıkları bir bildiride, "Deliğin bulunduğu Antarktika üzerinde, büyük çapta ve uzun süre bir ozon bozunması olabilir" şeklinde ifade ederek, şöyle devam ettiler, "Fakat, Kuzey Kutup bölgesindeki delik, Güney Kutup bölgesi üzerindeki delikten daha küçüktür. Buna rağmen, meteorolojik şartlar dolayısıyla sık sık or-



# JAPONYA'DA YANARDAĞ PÜSKÜRMESİ YENİDEN GÜNDEMDE



Shimabara Banliyösünde yanmakta olan lav birikintileri.

Geçen ay, Fugen dağından çıkan lavlar volkan bilimcilerin beklentilerini doğruluyordu. Uzmanlar haftalarca olayı izlediler ve bunun 1792'de meydana gelen, 1500 insanın ölümüne neden olan felaket gibi olacağını düşünüyorlardı. Tüm jeolojik bulgular bu doğrultuydu.

Mizunashi nehri vadisi boyunca yaşayan binlerce insan buraları boşalttı. Bu bölgeye yakın yörede yaşayanlar da lavların korkusuyla yerlerini terk ettiler. Uyarılara rağmen zarar büyüktü. 32 kişi öldü, 3 kişi kayboldu.

Fugen dağı, Kyushu'nun güneyinde, Nagasaki'ye yakın Unzen dağı volkan bölgesinde bulunmaktadır. Bu dağ, en son geçen Temmuz ayında 1350 metre yükseklikte bazı deprem yıkıntılarının görülmesinden sonra harekete geçmeye başladı. Bu yıkıntı kümelerini lav püskürmeleri izledi.

Daha sonra 24 Mayıs'ta göğe beyaz dumanlar gönderen ve Mizunashi vadisine çok sıcak lavlar bırakan bir dizi patlamayla sonuçlanan büyük bir patlama meydana geldi. Buna parçalanmış kayalar ve çok sıcak küller katıldı.

Japon Meteoroloji Kurumundan Manabu Komiya şöyle diyordu: "Bu volkanda da 1792'dekine benzer özellikler var. Bu patlamanın başladığı yer 1792'dekininki aynısı olup ön evreleri de ona çok benziyor." Geçen ay, Fugen dağından kaynar su buharı gibi buharlar çıkıyordu.

Tamagawa Üniversitesi'nde Volkanbilim kürsüsü profesörü Jouyou Ousaka, taş akıntısının hız kazanmasına neden olarak taşların çokluğunu ve külün artmasını gösteriyordu. Ousaka: "O kadar çok taş var ki, soğumaları olanaksız" diyordu. Öyle ki taş akıntısının ön tarafının sıcaklığı hemen hemen 800 °C idi. Akıntıya yakın evler ve ormanların hepsi yandı.

Ousaka, "Fugen dağı şu an biraz sakin olabilir, ancak jeolojik açıdan 200 yıl uzun bir zaman sayılmaz, yanardağ tekrar hareketli duruma geçebilir" diyor.

New Scientist'ten çev.: Mehmet GENÇ

talama enlemden çıkan ozonca zengin hava kütleleri, Kuzey Kutup Stratosferine geçer ve oradaki ozon açığını kapatır. Böylece, Güney Kutup bölgesinde de bir ozon bozunması olur."

Bilindiği gibi, CFC gazları, plastikten-köpüğe ve buzdolaplarında motorlu taşıtların klima cihazlarında, spreylerde kullanılmaktadır. CFC'nin spreylerdeki kullanımı, uzun süre İsveç ve Amerika'da olduğu gibi, birçok ülkede, benzeri sebeplerden dolayı yasaklandı. Avrupa'daki sprey üretimi en aza, yani sıfır düzeye düşürüldü. Bu durum, kâr getiren bir malın zararını gözardı eden ve buluşları ile çevreye zarar veren üretici-bilim adamlarını tabiat karşısında suçlu duruma düşürüyor.

Eğer tehlikeleri ortadan kaldıracak tedbirler, yani otomobillere egzoz gazının çevreye verdiği zarar yok edecek bir araç, termik santrallere de acilen filtre ta-

kılması ve bütün dizel motorların dışarı attıkları azotoksit ve hidrokarbonun zararları için kesin önlemler alınırsa, ozonu tehdit eden tehlikeler ortadan kalabilir. Bugünden itibaren bir gram CFC atmosfere bırakılmazsa, önceden atmosfere bırakılan bu gazların tamamının ışık yardımıyla ayrışabilmesi daha yüz yıl devam edebilir.

Yaşam için zorunlu olan ozonun yok olma tehlikesi, gitgide artıyor. Buna insanlar mı, yoksa doğal olaylar mı sebebiyet veriyor? Her ikisi de. Yani, son zamanlarda insanoğlunun yol açtığı bu dengesizliği, doğal olayların da pekiştirip artırdığı, açıkça biliniyor. Her şeyi bir tarafa bırakıp, Güneş'ten gelen mor ötesi ışınları süzerek canlılara zarar vermesini önleyen "OZON TABAKASI"nın sorumluluğunu bütün insanlığın yüklenmesi gerekir.

P.M.'den çev.: İdris ÖZYILDIRIM