

Yerküreyi Saran Büyülü Kuşak

Atmosfer

DÜNYA'nın oluşumundan bu yana, yaklaşık 270 milyar km³ hacminde, 5300 trilyon ton ağırlığında, büyüğü bir kuşak çevremizi sarıyor. Onu estiğinde, gürlendiğinde ya da şimşekler çıktığında hissedebiliyoruz. Bu kuşağın 18 kilometreye kadar uzanan kesiminde, çözümlenebildiğimiz olaylar çok çok az.

Ama 18 km'lik bu kesimin küçük bir bölümü son derece önemli. Çünkü burada (ve yalnız burada) hava var. Buradaki hava akımları kasırgaya dönüşüp 800 km'lik hıza ulaşabilir. Siklonlar, bizim dünyada bir ile dört yıl arasında bir sürede ürettiğimiz enerjiyi, yalnızca bir günde açığa çıkarabilirler; nemli ve sıcak havayı 22 km'lik bir yüksekliğe, yani bulunduğu katmanın dışına savurabilirler.

Neden her şey troposfer adı verilen bu alt katmanda meydana geliyor? Atmosferi oluşturan gazlar ve kütleleri, havaküre içinde eşit olarak dağılmamıştır. Atmosferdeki kütlelerin yaklaşık %95'i ve suyun hemen hemen tamamı (13 trilyon ton) troposferde bulunur. Atmosfer ve yerküre arasındaki enerji alışverişinin neredeyse tamamı da bu katmanda meydana gelir.

Ayrıca, genel bir ısınma olarak adlandırılabilir olan sera etkisi de, atmosferdeki önemli gazlardan biri olan karbondioksit ile bağlantılıdır. Doğal karbondioksit döngüsü yılda 70 milyar tondur. İnsanların ürettiği milyarlarca ton da buna ekleniyor. Bataklıklar, tropik yağmur ormanları ve sığırların sindirim organlarındaki fermentasyon yoluyla atmosfere yılda yaklaşık 590-930 milyon ton arasında metan veriliyor. Hatta ağaç kemiren karıncalar bile yıllık 150 milyon tonla metan üretimine, dolayısıyla da sera etkisinin artmasına katkıda bulunuyorlar.

İlk balon pilotları yalnızca şanslarına güvenip, riskli uçuşlarına başladıklarında, olup bitenlerden tamamen habersizdiler. Yaptıkları ilk uçuşlarda, bugün bize oldukça sıradan gelen birçok şeyi keşfettiler. Örneğin bugün herkesin bildiği bir şeyi, yükseklerde çıkıldıkça havanın da soğuduğunu saptadılar (km'de 6 C°). Bununla birlikte hava basıncının da azaldığını fark et-

tiler. 1 Aralık 1783'de Profesör Jacques Alexandre Cesar Charles ve teknisyenleri hidrojen gazıyla doldurulmuş balonlarıyla bir uçuş gerçekleştirdiler. Balon iki saat boyunca havada kaldı ve o zamana dek ulaşılamamış bir yüksekliğe, 3500 m'ye çıktı. Bu uçuşu, daha yükseklere ulaşan yeni uçuşlar izledi. Böylece, yaşam sınırına ulaşıldı. "4000 m yükseklikte sınır değere ulaşılır." Alman Havayolları Sağlık Bölümü'nden Lutz Bergau durumu böyle açıklıyor. Normal olarak oksijenle %96 oranında zenginleştirilmiş olan kan, bu yükseklikte yaklaşık %16'lık oksijen taşıma kapasitesi kaybına uğruyor. İlk uçuşlarda karşılaşılan olumsuzluklar, kazaların nedenini ortaya koydu. Yükseklik, karar verme yetisinin azalmasına ve yükseklik sarhoşluğuna neden oluyor ve balonu, içindekilerle birlikte bir ölüm girdabına sürüklüyordu. Yaklaşık 5000 m yükseklikte hava basıncı deniz seviyesindeki yarısı kadardır. Oksijen oranı da azalmıştır. Yüksek irtifada yaşamaya alışmış ve bazı fizyolojik ayrıcalıkları bulunan kimi insanlar ek oksijen kullanmadan yaklaşık 8000 m'ye ulaşabilirler. Bu sınırın üstü ise onlar için bile ölüm bölgesidir.

1930'da İsviçreli Auguste Piccard 16 000 m yüksekliğe ulaştı. Bu uçuş için 14 000 m³ hidrojenle doldurulmuş yeni ve çok büyük bir balon kullandı. Böylece ilk kez bir insan, yaşam koşullarının olmadığı atmosfer katmanlarına fazlaca riske girmeden ulaştı. Çünkü Piccard rekor denemesi için, ek oksijeni içine koyup yanında götürebileceği, bir alüminyum küre yaptırmıştı. Piccard uçuşu sırasında bir şeyin farkına vardı. Bulut kümeleri yalnızca 12 000 m yüksekliğe kadar ulaşıyordu. Bu, yükseklikte nemli havayı yukarı iten basınç sıfırlanıyor olmalıydı.

Araştırmacıların tahminleri doğrudur. Sıcak yeryüzünün etkisiyle hava, gittikçe artan bir yüksekliğe çıkmaya zorlanıyor, öte yandan havanın yukarı hareketi gittikçe zorlaşıyor. Yükseklik arttıkça havadaki su buharı miktarının azalmasından ötürü, havayı yukarı itmek için gerekli olan güç (su buharı ve hava akımları) ise giderek azalıyor.

Yalnızca çok büyük bulut kümeleri rastlantısal olarak, althava kürenin (troposferin) üst sınırını yapıp geçmeyi ve bir parça bulutu, üst katman olan stratosfere ulaştırmayı başarabiliyor.



Atmosfer katmanlarından alınan veriler gelişmiş bilgisayarlarda işlenip, meteoroloji haritalarının oluşturulmasında kullanılıyor.



Stratosfer denince, hava olaylarıyla çalkalanan alt katmanla birleşip onu kuşatan tamamen hareketsiz bir kuşak akla geliyordu. Ancak bu düşüncenin doğru olmadığı ortaya çıktı. Aşağı ve yukarı yönlü hareketler, alt katmandakine oranla çok daha az olmakla beraber, stratosferde alt katmanda rastlanmayan rüzgarlar esiyor. Gazlar ve parçacıklar genellikle yatay olarak hareket ediyor.

Çok ilginç bir nokta: Yeryüzünden gelen ısı etkisi, yükseldikçe azaldığından, teorik olarak, yükseldikçe havanın da soğuması gerekiyor. Ama yükseldikçe stratosfer ısınıyor. Troposferin sınırında (ortalama 11 km yükseklikte) hava sıcaklığı yaklaşık -56°C iken, stratosferin sınırında hemen hemen 0°C civarında. Bunun nedeni, tamamı stratosferde oluşan, Güneş'in zararlı mor ötesi ışınlarını emebilmek ve uzun zamandır gazetelere manşet olabilmek için çaba gösteren bir gaz: Ozon.

Ozon atmosfer içinde, Dünya yüzeyinden 50 km yüksekliğe kadar olan kısımda yayılmış olsa da, stratosferdeki yoğunluğu çok fazladır. Kısa dalga mor ötesi ışınlar stratosferde oksijeni ozona dönüştürür. Ozonu atmosferin ayrı ve küçük bir katmanı olarak düşünmek yanlıştır. Atmosferdeki ozonun tümü toplanıp, deniz seviyesinde yüzeyle dağıtılsaydı (yaklaşık 1013 hektopascal hava basıncında), oluşacak tabakanın kalınlığı yalnızca 3,5 mm olurdu.

Ozonun atmosferdeki dağılımı farklıdır. Gazın %90'ı stratosferde tutulur, geriye kalan %10 troposferdedir ve bu %10'un ancak onda biri yer yüzeyine yakın bölgelerdedir. Gözlemler alt katmandaki (troposferdeki) ozon miktarı artarken, stratosferdeki ozon miktarının son 20 yılda yaklaşık %6 azaldığını gösteriyor. Ozondaki azalma mor ötesi ışınlarının geçmesine olanak sağlama dışında, başka bir etkiyi de beraberinde getiriyor. Stratosfer soğurken, troposfer gittikçe ısınıyor.

Stratosfer troposferin yalnızca sıcaklığını etkilemekle kalmaz, hava basıncını da etkiler. Çünkü troposferde ne zaman bir alçak basınç bölgesi oluşsa, stratosferde de aynı anda yüksek basınç bölgesi oluşur. Yani alçak basınç bölgesindeki hava yükselince, yarattığı etki üst katmandaki ters etkiyle dengelenir. Tersine alt katmandaki hava alçalır ve yoğunlaşırsa, yüksek bölgedeki basınç düşer.

Bilimin atmosfere olan ilgisi, Torricelli'nin barometreyi, Galileo'nun da termometreyi bulmalarıyla başladı. Termomet-

re ve barometrenin bulunmasıyla atmosfer, ölçüm araçlarıyla araştırılabilir duruma geldi.

İlk uçaklar, balonlar, uydular ve radarlarla sürekli izlenen insansız uzay araçları, atmosferin yüzlerce kilometre ötesini bile inceden inceye araştırma olanağı sağladı. Yapılan araştırmalarda hep yeni ve şaşırtıcı sonuçlara ulaşıldı.

Mezosferde (50 km'den daha yukarıda) ozon yoğunluğu birdenbire azalır ve üst sınırdaki (yaklaşık 80 km) sıcaklık -90°C'a kadar düşer. Mezosferde rastlanan incecik, zar gibi buz tabakaları bu yükseklikte bile hâlâ su buharı bulunduğunu gösteriyor.

Daha da yükseğe çıkıldığında, atmosferin yapısının büsbütün değiştiği gözlenir. Alt katmanlar için fiziksel, orta katmanlar için kimyasal süreçler tipik özellik durumundayken üst katmanlarda tamamen farklı olaylar gelişir. Güneş'ten kaynaklanan güçlü enerji yayılımı, molekülleri ayırır. Böylece elektronlar ve iyonlar oluşur. Bu nedenle, 80 km'nin üstündeki bu tabaka iyonosfer ya da termosfer olarak adlandırılır. Termosferde, Güneş'ten gelen elektromanyetik dalgalar yansıtılır. Bu katmandaki tüm hareketler, Güneş'ten gelen elektrik yüklü parçacıklardan kaynaklanır. Atmosferde saatteki hızı 1000 km'ye kadar çıkan parçacıklar, ışık yayan cisimlere dönüşürler. "Kutup ışığı" bu şekilde meydana gelir.

Ne kadar yükseğe çıkılırsa, güneş ışınlarının etkisi de o kadar artar. 600 km yükseklikte sıcaklık, yaklaşık 1000°C'dir. Bu sıcaklık uydular için oldukça büyük bir sorun. Uydular Güneş ışınları altında çok fazla ısınıyorlar. Gölgeye geldiklerinde de aşırı derecede soğukla karşılaşılıyorlar.

Atmosferin gözle görülebilir üst sınırını saptamak için yapılan çalışmalardan bugüne kadar sonuç alınmadı. Atmosferden uzay boşluğuna geçişlerde hiçbir zaman hissedilebilir bir değişime rastlanmadı. Atmosferde ve uzay boşluğunda yapılan uçuşlarda da ölçüm araçlarını yeniden ayarlamaya gerek duyulmadı. Üst sınırı belirleme konusunda, 80 km'ye kadar uzanan bir atmosfer modeli üzerinde uzlaşıldı.

Havakürenin oldukça küçük bir kesiti bile, bilime sayılamayacak kadar çok yeni veri sağladı. Ancak, maliyet artışlarını da beraberinde getirdi. Aslında, maliyet artışları hava tahmini çalışmalarıyla birlikte başlamıştı. Herhangi bir yer istasyonunda yapılan bir hava gözleminin maliyeti oldukça yüksektir. Dünyadaki hava gözlem

istasyonlarının sayısı 10000'dir. Bu sayı maliyet artışlarının nedenini açıklıyor. Bir yüksek atmosfer gözleminin maliyeti 40 milyon TL'dir. Meteosat programıysa yılda yaklaşık 100 milyon DM gerektiriyor.

Ödenen paralar karşılığında önemli veriler elde ediliyor. Alman Meteoroloji Kurumu'nun hava tahminleri için kullandığı üç boyutlu ölçüm ağında 461035 noktadan veri toplanıyor. Ölçüm ağı, atmosferin 30 km'lik bölümüyle ilgili istatistiksel verileri toplayıp değerlendirebiliyor. Yedi günlük bir hava tahmininin yapılabilmesi için, iki trilyon matematiksel işlemin tamamlanması gerekiyor. Dünya'nın en hızlı bilgisayarlarından biri olan "Cray" iki trilyon işlemi, iki saatte tamamlayabiliyor.

Alman Meteoroloji Kurumu'nun kullandığı hesaplama sistemi, dünyanın en iyi sistemlerinden biri olarak kabul ediliyor. Sonuçlar da şimdiye kadar elde edilenlerin en iyisi. Yine de, tam olarak güvenilir bir hava tahmini yapmak olanaksız. Çünkü bu modellerde yalnızca fiziksel veriler değerlendiriliyor.

Ya atmosferin kimyası nasıl? Bu konuda henüz başlangıç aşamasındayız. Örneğin sera gazlarının atmosferdeki döngüleriyle ilgili bilgilerimiz çok az. Yalnızca karbondioksit, diğerlerine göre daha iyi incelenmiş durumda. Ama, bu konuda da bilmediklerimiz var. Her yıl insan kaynaklı bir-iki milyar ton karbondioksit atmosferde dağılıp gidiyor. Nereye gittiğini ise hiç kimse tam olarak açıklayamıyor. Bunun doğuracağı etkilerse hemen hemen hiç bilinmiyor. Örneğin: Eğer daha çok buz kutuplardaki ana kütlelerden kopup erirse ne olacak? Buharlaştırma ve buna bağlı olarak bulutlar nasıl değişecek?

Ölçüm ağı henüz oldukça seyrek. Ağ bu yapıyla, atmosferi tüm detaylarıyla incelemekten uzak. Başka bir deyişle, hava küremiz daha birçok sır saklıyor. Bu sırlar içinde atmosferin nasıl oluştuğunun hikâyesi de var. Atmosfer, çok büyük ve pek çok parçası eksik bir bulmacaya benziyor.

"Atmosphäre", P.M. Ocak 1996.
Çeviri: Urungü Akgül