

Bilgisayarlar Alarm Veriyor: DÜNYA İKLİMİNDEKİ ISINMA DEVAM EDECEK!

Guy BONHAMOU

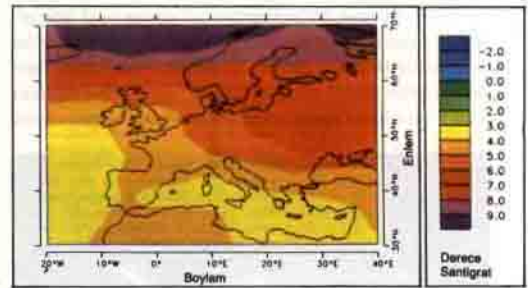
Binlerce denklem çözülerek, beş büyük bilgisayar modeliyle dünya ikliminin atmosfer kirlenmesi yüzünden uğrayacağı değişikliklerin önceden tahmin edilmesine çalışılıyor. Süperbilgisayarlar henüz rakamlar konusunda uzlaşamamışlarsa da, hepsi dünyamızın ikliminin önümüzdeki yüzyılda giderek ısınacağı üzerinde birleşmişlerdir.

Eğer güneşte yanmak ve esmerleşmek istiyorsanız, şimdiden Alaska ya da Sibiryaj plajlarında yer ayırın! Gelecek yüzyılın ortalarında oralar güneşlenenlerle tıklım tıklım dolacak. Bu şaka değil; iklim bilimciler bakarsak, gelecek yüzyılda dünya sıcaklığında 1,9 ilâ 5,2°C'lik bir artış olacak. Artışın Kuzey Kutbu'nda 10°C, Güney Kutbu'nda ise 5°C olmak üzere özellikle kutuplarda görüleceği tahmin ediliyor. Artış sonucunda yağmurların düşüş biçimi değişecek, deniz seviyesi yükselecek ve okyanuslar ısınacak. İşte, matematik modeller bize genellikle bunları söylüyorlar.

Dünya iklimindeki değişiklikleri simüle edebilmek amacıyla, günümüzün meselâ Cray-2 gibi en güçlü bilgisayarlarından yararlanılmıştır. Bu bilgisayarların bile başa çıkmakta güçlük çektiği iklim analizlerini basitleştirmek üzere, dünya bölümlerini karelere ve atmosferi katlara ayırmak usulüne başvurulmuştur. Atmosferi tanımlayabilmek için, esas itibarıyla sıcaklık derecesini, basıncı, rüzgâr hız ve yönü ile nem oranını bilmek gereklidir. Bunlara dayanarak kurulan fizik denklemlerinin çözümü, bulutlanma gibi önemli atmosfer olaylarını simüle etmemize imkân vermektedir. Bir süperbilgisayarın her 36 dakikada bir yapılmış global gözlemlere dayanarak bir yıllık hava tahmininde bulunabilmesi için, yirmi saat hesap yapması gerekiyor.

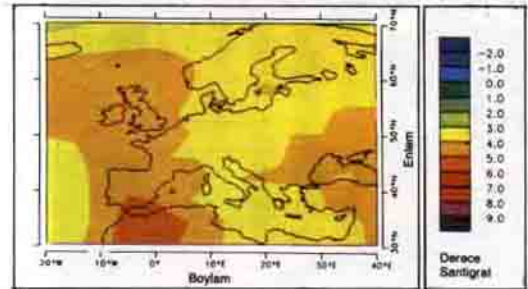
Suların durumunu belirlemek içinse; her bir karenin sıcaklık derecesi, tuzluluk oranı, bunları etkileyen yağışlarla rüzgârlar bilgisayara işlenmektedir. Verilere bir de dipten gelen sıcak geotermik akıntıların eklenmesi gerekir. Uydular bunları havadan belirleyemediğinden, daha çok sesnografi gemilerinin ve otomatik istasyonların verilerinden yararlanıyoruz. Dünya Meteoroloji Teşkilâtı, 1990 ilâ 1991 yıllarında okyanuslara 32.000 batitermograf ile 2.000 sonda salmayı planlamıştır. Bereket okyanus su sistemleri o kadar hızlı değişmediğinden, bilgisayar hesapları o kadar uzun süre almamaktadır. Meselâ bin yıllık bir dönemin simülasyonu, bilgisayarlarla üçbuçuk saatte yapılabilir.

Şimdi sera etkisinin hesaplanmasına gelelim: Araştırmacılar atmosferdeki karbondioksit (CO₂)



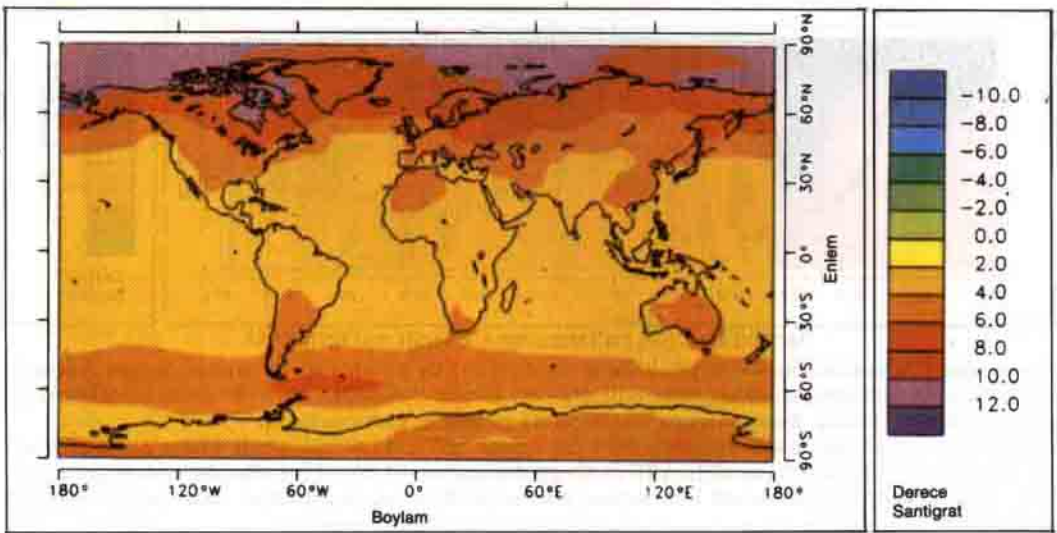
AVRUPA DAHA SICAK OLACAK

İklim modelleri birleştirilince, havadaki CO₂ miktarının iki katına yükselmesiyle, Avrupa ikliminde önemli değişiklikler ortaya çıkacağı görülmektedir. Kışın (üst resim), İskandinav ülkeleri ile Sibiryaj 8 ilâ 10°C kadar ısınacaktır (Kırmızı ile gösterilmiştir). Yazın (alt resim), artışlar daha az ve daha düzenli olmak üzere Avrupa genelinde 4 ilâ 5°C'yi bulacaktır. Hava sıcaklığındaki değişim, yağışları da etkileyecek ve Güney Avrupa kuraklaşırken İskandinavya daha çok yağış alacaktır.



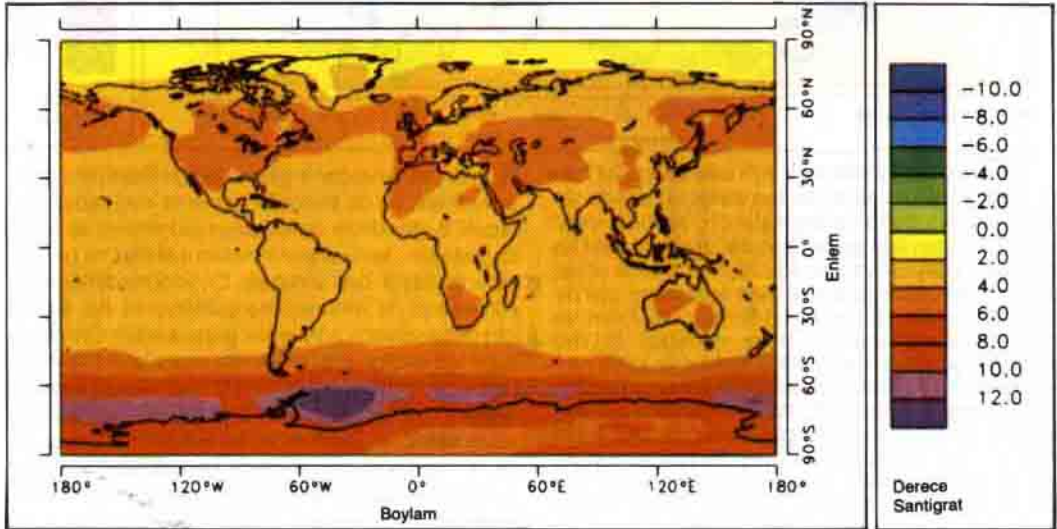
oranının iki katına, yani milyonda 600 birim (ppm)'e yükseldiği takdirde ne olacağını hesaplamaya çalışmışlardır. İlk atmosfer akım modeli 1975'te Princeton'daki Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı'nda geliştirilmiş ve dünyanın iki ilâ dört °C ısınacağı sonucuna varılmıştır. Bunu 80'li yıllarda GISS (Goddard Uzay Araştırmaları Enstitüsü), NCAR (Millî Atmosfer Araştırmaları Merkezi), OSU (Oregon Eyalet Üniversitesi) gibi ABD kuruluşlarıyla UKMO (Birleşik Krallık Meteoroloji Teşkilâtı) adlı İngiliz kuruluşunun geliştirdiği modeller izlemiştir. Bu beş modelin hesapları, atmosferdeki CO₂ miktarının iki katına çıkması halinde hava sıcaklığının 1,9 ilâ 5,2°C arasında ısınacağını ve yağışın da % 7 ilâ % 15 arasında artacağını öngörmektedir.

Ne var ki, elimizdeki bu çok güçlü bilgisayarlarla rağmen, belirsizlik oranı fazla olmakta ve sonuç-



KUTUPLARDAKİ ISINMA

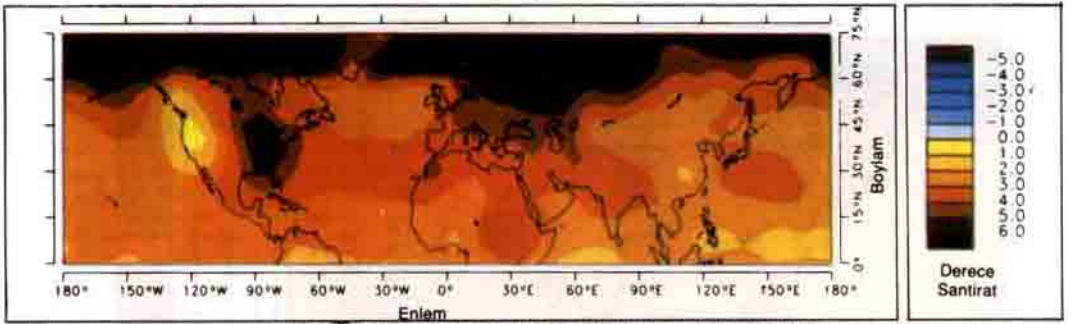
Beş büyük dünya iklim modelinin (Dört Amerikan modeli GFDL, GISS, NCAR ve OSU ile İngiliz modeli UKMO) derlemesi, Hamburg'taki Max Planck Enstitüsü'nde B.D. Santer tarafından yapılmıştır. Modeller, gelecek yüzyılın orta ya da sonlarına doğru atmosferdeki CO₂ miktarının iki katına çıkacağını temel almaktadır. Her bir modelin öngörülleri arasında önemli farklar bulunmakla birlikte, vardıkları ortak sonuç, dünyanın geniş bölgelerinin genellikle 2 ila 6°C arasında ısınacağıdır. Bu ısınma, kışın Kuzey Kutbu'nda (üst resim) 10°C'ye, yazın Güney Kutbu ve çevresinde (alt resim) 8 ilâ 10°C'ye ulaşacaktır.



lar çok farklı çıkabilmektedir. Yeni veriler, hesapta değişikliğe yol açabilir. Meselâ İngiliz Meteoroloji Teşkilâtı, geliştirdiği ilk modele dayanarak dünyanın ortalama sıcaklığının 5,2°C artacağını tahmin etmişti. Şimdi ise, bulut oluşumu konusundaki yeni bilgi ve verilerin ışığı altında tahminini % 5,2'den % 1,9 ilâ 2,9'a düşürmüştür.

Atmosfer ve okyanus modelleri hazırlanırken, okyanusla atmosferin birbirleri ile devamlı olarak ısı ve madde değiş tokuşunda buldukları hatırdan çıkarılmamalıdır. Onun için, büyük modellerde her ikisinin birlikte dikkate alınması, hatta buzlu ve yeşil alanlar arasındaki ışığı yansıtma ile CO₂ üretimi farkla

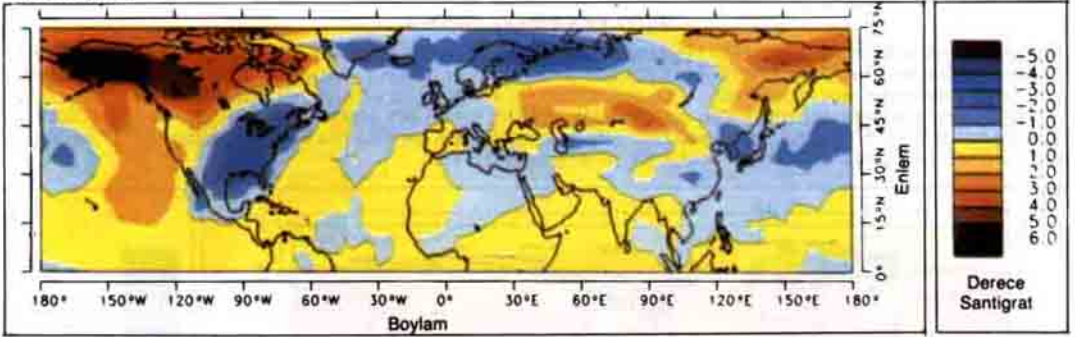
rının hesaba katılması, bizi daha gerçekçi sonuçlara götürecektir. Ne var ki, bütün bunlar hesapları bazen bilgisayarın bile uzun yıllarını alacak derecede zorlaştırdığından, Hamburg'taki Max Planck Enstitüsü araştırmacılarından Martin Heinemann'ın belirttiği gibi, bazı kestirmeler yapmak zorunda kalıyoruz. Meselâ 20 yıllık okyanus akımları, o süre içinde atmosfer şartlarının sabit kaldığı varsayılarak hesaplanmaktadır. Daha sonra, elde edilen okyanus verileri dondurularak atmosfer modelinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Heinemann'ın dediğine göre, bunun sağladığı kolaylıklar yanında bazen hesapları önemli oranda çarpıtmak gibi mahzurları da vardır.



MODELİN GERÇEK DURUMLA KARŞILAŞTIRILMASI

Oregon Eyalet Üniversitesi'nin modeli (OSU), Kuzey Yarıküre'de CO₂ oranının iki kat artması halinde ortaya çıkacak etkileri simüle etmiştir. Hesaplanan artış değerleri haritası (yukarıda), genel bir ısınma olacağını ve sıcaklığın özellikle Alaska, Kuzey Avrupa ve Sibirya'da artacağını göstermektedir.

Gerçek meteorolojik rakamlarla karşılaştırılınca (alt resim), 1977-1988 devresi içinde Alaska'nın modele uygun biçimde ısındığı, fakat Güneydoğu ABD ile Kuzey Avrupa'da -1 ilâ -3'lük düşüşler olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan farkı açıklamak için, aerosol perdesi ve okyanusların geciktirici etkisi varsayımları ileri sürülmüştür.



Büyük ölçekli matematik simülasyonların bir başka zayıf yönü, sonuçta varılan sistemin denge durumunda olduğunu varsaymalarıdır. Halbuki insan etkinliklerinden ileri gelen atmosfer dengesindeki bozulmalar, giderek artmaktadır. Bunların anlık etkisi, uzun vadeli olarak tahmin edilen etkisinden çok daha farklı olabilir. Bunun en iyi örneği, OSU'nun hazırladığı Kuzey Yarıküre ısınma modelidir. Bu model, hava sıcaklığında özellikle Alaska ve Kuzey Avrupa'da 6°C'ye kadar varan genel bir artış öngörüyordu. Gerçekten de 1977-1988 döneminde Alaska'da 6°C'lik kadar bir artış gözlenmiş; buna karşılık Atlantik, Batı Amerika ve Kuzey Avrupa'nın ortalama sıcaklığında aynı on yıllık dönem içinde 1 ilâ 3°C'lik bir düşüş olmuştur. Modelle gerçek arasında ortaya çıkan bu farkı açıklamak için iki varsayım ileri sürülmüştür. Birinci varsayım bu farka endüstrilemiş Kuzey Yarıküreden salınan aerosollerin perdeleyici etkisinin sebep olduğu, ikinci varsayım ise okyanusun henüz açıklamadığımız bir biçimde sıcaklık artışlarını frenlediğidir. Martin Heinemann'ın iddiasına göre, denge durumu hesapları, daima son durumda bir ısınmaya götürmektedir. Ancak GISS gibi daha gelişmiş modeller, bir geçiş dönemi sırasında daha soğuk olabilen bölgelerin durumunu dikte edilebilmektedir.

Son olarak şunu söyleyelim ki, en iyi hesaplarla bile gerçekçi bir karbon devresi belirlemek mümkün olamamaktadır. Modellerdeki biyosfer sabit sayılmaktadır; halbuki CO₂ oranında ve iklimde (sıcak-

lık, nem vs.) meydana gelen değişiklikler bitki yapısını etkiler, bu da atmosfer yapısına etki yapar. Buradaki değişiklikler de okyanus akıntılarını ve burada yaşayan deniz organizmalarını etkiler ve bu karşılıklı etkileşim hep süregelir. En yeni modellerde bu etkileşimin de işlenmesine çalışılıyorsa da, bunun için daha yıllarca uğraşmak gerekecektir Cray-2 gibi bir süperbilgisayar bile deniz suyunun sıcaklık derecesi ile tuzluluk oranının 100 kilometrelik ince karelere ayrılmış "isopiknal" analizini yapmak için çok uzun hesaplar yapmak ve bir tek simülasyona altı ay zaman harcamak zorunda kalmaktadır. Şimdilik, daha güçlü Cray-3 ve Cray-4 bilgisayarlarının hizmete girmesini beklememiz gerekiyor. O zamana kadar biz gene de ihtiyatlı olalım ve hava ne de olsa ısınıyor diye, karakışa tedbirsiz yakalanmayalım!"

Science et Avenir'den kısaltarak çev.:
Dr. Ergin KORUR

**Gerçek öğrenci bilinenin, bilinmeyenenden
çıktığını öğrenendir.**

Goethe