

Küresel Isınmadaki Duraklama Kısa Bir Mola mı?

Yoksa Sürecin Sonuna mı Geldik?

1880'lerde yaklaşık 300 ppm (milyonda bir birim) seviyesinde olan atmosferdeki karbondioksit miktarı yüzyılın sonunda 370 ppm'ye ulaşırken 20. yüzyılda küresel ortalama sıcaklık 0,74°C arttı. Özellikle 1970'lerden itibaren ivmelenmeye başlayan sera gazlarının seviyesindeki değişim, o dönemde küresel ortalama sıcaklıkla benzer bir eğilim gösteriyor. Geçen Mayıs ayında Hawaii Mauna Loa'da günlük ortalama karbondioksit miktarının 400 ppm seviyesine ulaşmasıyla önemli bir eşik aşılmış olmasına rağmen, 21. yüzyılın başından beri küresel ortalama sıcaklığın yatay bir seyir izlemesi, küresel ısınmaya insan kaynaklı etkinliklerin neden olduğuna dair yaygın görüş konusunda bazı şüphelerin oluşmasına neden oluyor.

Küresel ısınma "küresel ortalama sıcaklık" kavramı ile ifade ediliyor. Ancak küresel ortalama sıcaklık verileri sıcaklık olarak değil yıllar içinde ortalama sıcaklık değerlerinin altında ve üstünde gerçekleşen sıcaklık değişimleri -anomali- şeklinde veriliyor. Küresel ortalama sıcaklıkta yıllar arasında gözlenen bu kısa dönemli dalgalanmaların sebebinin, havadaki insan etkinlikleri ve volkanik etkinlikler sonucu oluşan parçacıklar (aerosoller), Güneş'ten gelen enerjinin 11 yıllık Güneş döngüsü boyunca değişmesi ve Büyük Okyanus'un ekvator kısmında görülen ve bir atmosfer-okyanus etkileşim olayı olan El Nino-Güneyli Salınımı (ENSO) olduğu düşünülüyor.

Dünya'nın ortalama sıcaklığında 1950'den itibaren belirginleşmeye başlayan artış 1970'lerden itibaren de ciddi miktarda arttı. Dağ buzullarındaki azalma, Grönland ve Antarktika'daki buz tabakasındaki erimenin hızlanması, deniz seviyesinin yükselmesi ve ekosistemde meydana gelen başka değişiklikler küresel ısınmayla açıklanabiliyor. Bu değişimin sorumlusunun, büyük kısmı insan etkinlikleri sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazları olduğu düşünülüyor.



Büyük Okyanus'un ekvator bölümünde normalin dışındaki -sırasıyla ısınma ve soğumayı ifade eden- El Nino ve La Nina olaylarının iklim sistemleri üzerinde küresel bir etkisi var.

Bazı araştırmalar küresel sıcaklıktaki kısa dönemli dalgalanmalar üzerinde en çok El Nino-Güneyli Salınımı'nın etkisi olduğunu gösteriyor. El Nino Büyük Okyanus'un ekvator bölümünün doğu ve orta kırsımlarındaki yüzey sularının olağandışı ısınmasıyken, La Nina aynı bölgedeki yüzey sularının normalden daha soğuk olmasıdır. El Nino ve La Nina yıllar içinde düzensiz aralıklarla yer değiştirerek gerçekleşir ve bu döngü El Nino-Güneyli Salınımı olarak adlandırılır. Güneyli Salınımı da Büyük Okyanus'un ekvator bölümünün doğusu ve batısı arasındaki atmosfer basıncı değişimini ifade eder ve El Nino ve La Nina olayları ile birlikte gerçekleşir. Bu olaylar okyanus ve atmosfer arasındaki güçlü ve yoğun etkileşimlerin bir sonucudur ve küresel iklim sistemlerinde önemli değişimlere yol açar.

Araştırmacılar küresel iklim modelini kullanarak benzer koşulları oluşturdukları ve *Nature* dergisinde yayımlanan çalışmalarında, son yıllarda küresel ortalama sıcaklığın artışında gözlenen duraklamanın, Büyük Okyanus'un ekvator bölgesinde La Nina etkisiyle gerçekleşen soğumanın sonucu olduğunu ortaya koydu. Soğuma etkisinin dahil edildiği simülasyonda duraklamanın tekrarlandığı gözlemlendi. Geliştirilen modele göre Büyük Okyanus'taki normalin dışındaki soğumanın etkisi dahil edilmediğinde, küresel ortalama sıcaklık artıyor. Ancak araştırmacılar San Diego Kaliforniya Üniversitesi Okyanus Bilimi Enstitüsü'nden Prof. Shang-Ping Xie Pasifik'teki bir sonraki hareketin yönünü tahmin edemediklerini söylüyor. Çalışma okyanus sıcaklığındaki değişimlerin nedenini de açıklayamıyor.



Küresel iklim sistemlerinde soğumaya neden olan doğal eğilimlerin -örneğin okyanus sularının soğumasına yol açan La Niña etkisinin ve 11 yıllık Güneş döngüleri ile Güneş'ten Dünya'ya ulaşan enerji miktarının değişmesinin- yanı sıra havadaki insan kaynaklı ya da volkanik parçacıkların da bu etkiye yol açabileceği düşünülüyor. Boston Üniversitesi'nden bir araştırma grubu *Proceedings of the National Academy of Sciences* dergisinde yayımlanan çalışmalarında özellikle elektrik üretiminde kömürün kullanıldığı süreçler sonucunda atmosfere salınan sülfür parçacıklarının Güneş ışınlarının uzaya geri yansımaya neden olarak küresel ortalama sıcaklığın azalması yönünde etki yaptığını gösterdi. Ancak atmosfere salınan sülfür havadaki gaz halindeki su ile tepkimeye girerek, ekosistemde önemli sorunlara yol açan asit yağmurlarının oluşmasına neden oluyor.

Bazı araştırmacılar ise yüzey sıcaklığının küresel ısınmanın tek göstergesi olmadığını düşünüyor. ABD Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi araştırmacılarından Gerald Meehl ve arkadaşları küresel ortalama sıcaklıkta son yıllarda yatay bir eğilim gözlenmesine rağmen Dünya'nın -yüzeyde olmasa da- ısınmaya devam ettiğini düşünüyor. *Nature Climate Change* dergisinde yayımlanan çalışmalarında araştırmacılar atmosferin üst katmanlarından küresel iklim sistemine doğru gerçekleşen ısı akışının, sistemin bazı noktalarında ısınmaya neden olması gerek-

tiğini gösterdi. Geliştirilen modele göre okyanus yüzeyinin 300 metre derinliğe kadar daha az ısı soğurduğu, ancak daha derin kısımların küresel ortalama sıcaklıktaki duraklamadan önceki dönemle kıyaslandığında belirgin şekilde daha fazla ısı tuttuğu belirlendi.

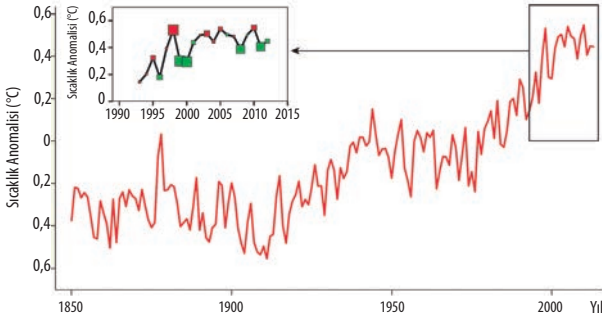
Küresel ısınmanın 1998'den beri artmadığı düşünülse de buzullardaki azalma ve deniz seviyesindeki yükselme hızlanarak devam ediyor. Geçen yüzyılda deniz seviyesi ortalama 15 santimetre yükseldi ve Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Eylül ayında açıklanan son raporuna göre deniz seviyesinde 2100 yılına kadar 26-82 santimetre arasında bir değişim olabileceği tahmin ediliyor. Deniz seviyesinin yükselme hızındaki artışın nedeninin, Grönland ve Antarktika'daki buzullardaki erimenin hızlanması olduğu düşünülüyor. Colorado Boulder Üniversitesi'nden yerbilimci William Hell, kutup bölgelerindeki buzulların erimesi sonucu okyanuslara karışan büyük miktardaki soğuk tatlı suyun, okyanus akıntıları ile kutuplardan uzaklaştığını ve yerlerinin daha sıcak sular tarafından doldurulduğunu, bu sürecin de kutup bölgelerindeki buz tabakasındaki erimeyi hızlandırdığını söylüyor. Kutuplardaki buzulların tamamen erimesi durumunda deniz seviyesinin 80 metre yükseleceği tahmin ediliyor, bu da kasırga ve fırtınaların daha sık görülme riskini ve kıyı kentlerinin su altında kalma tehlikesini artırıyor.

1980

NASA uydusundan elde edilen veriler
1980-2012 yılları arasında
Kuzey Buz Denizi'nde kalıcı buz miktarındaki
hızlı azalmayı gösteriyor.

2012





Özellikle 1970'lerden itibaren ivmelenmeye başlayan küresel ortalama sıcaklık son 15 yılda yatay bir seyir izliyor.

Küresel ısınmanın en belirgin göstergesi küresel ortalama sıcaklık. Ancak küresel ortalama sıcaklığın uluslararası kabul görmüş bir tanımı yok. Farklı araştırma merkezleri küresel ortalama sıcaklık değerini hesaplamak için farklı yöntemler kullanıyor. Bunun nedenlerinden biri veri miktarının az olduğu kırsal bölgelerin varlığı. NASA Goddard Uzay Araştırmaları Merkezi (GISS), NOAA Ulusal Okyanus ve Atmosfer Kurumu (NCDC) ve İngiltere Ulusal Meteoroloji Merkezi (HadCRU) ortalama sıcaklık kayıtlarını tutan üç merkez. Bu merkezlerin hesapladığı ortalama sıcaklık değerleri aynı olmasa da, sonuçların gösterdiği değişim eğilimleri önemli derecede birbirine benziyor.

Buzullardaki erimenin tahmin edilenlerden başka sonuçları da olabilir. 2,6-5,3 milyon yıl önce yaşanan Pliyosen çağ boyunca atmosferdeki karbondioksit miktarı 400 ppm seviyesinde -günümüzle karşılaştırılabilir düzeyde- olmasına rağmen o zaman Dünya'nın günümüzden 2-5°C daha sıcak olmasının nedeninin, kutup bölgelerinde yıl boyunca buz tabakasının bulunmaması olduğu düşünülüyor. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* dergisinde yayımlanan çalışmada okyanus yüzeyinin buz tabakası ile kaplı olmamasının daha fazla suyun buharlaşmasına olanak verdiği, böylece atmosferdeki su buharı miktarının arttığı gösterildi. Bu durum hem atmosferde depolanan ısı miktarını artırıyor hem de bulut oluşmasına neden olarak ısının Dünya'nın yüzeyinden uzaklaşmasını engelliyor.

Her ne kadar küresel ortalama sıcaklıkta devam eden hızlı artışta 1998'den beri bir duraklama gözlenirse de iklim değişikliği konusundaki endişelerin önemini kaybettiğini düşünmek yanlış olur.

Çünkü doğal süreçler sonucu okyanus sularının soğumasının küresel iklim sistemlerinde dalgalanmalara sebep olması, uzun dönemde bu değişimlerin aynı şekilde devam edeceğini anlamına gelmiyor. Bunun yanı sıra uluslararası alanda söz sahibi liderler küresel ısınmayı 2°C'de tutma hedefi üzerinde anlaşmış görünse de küresel ısınma için tehlike sınırının ne olduğu sorusu cevaplanabilmiş değil. Geçmişte doğa kaynaklı nedenlerle karbondioksit seviyesinin bugünkü değerlere ulaştığı biliniyor. Ancak Sanayi Devrimi'nden bu yana insan kaynaklı etkinlikler sonucu atmosfere salınan karbondioksit miktarındaki yıllık ortalama artış, geçmişte olduğundan 20.000 kat daha hızlı ve Dünya'nın bu hızlı değişime nasıl cevap vereceğini bilmiyoruz. Bu nedenle IPCC yayınladığı son raporda küresel ısınmanın yıkıcı etkilerinin önüne geçmek için sera gazlarının salımını azaltmaktan başka bir yol olmadığını vurguluyor.

Kaynaklar

- Easterling, D. R., Wehner, M. F., "Is the climate warming or cooling?"; *Geophysical Research Letters*, Sayı 36, Cilt 8, 2009.
- Foster, G., Rahmstorf, S., "Global temperature evolution 1979-2010"; *Environmental Research Letters*, Cilt 4, Sayı 6, 2011.
- Kosaka, Y., Xie, S.-P., "Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling"; *Nature*, Cilt 7467, Sayı 501, s. 403-407, 2013.
- <https://www.sciencenews.org/article/global-warming-hiatus-tied-cooler-temps-pacific>
- Meehl, G. A. ve ark., "Model-based evidence of deep-ocean heat uptake during surface-temperature hiatus periods"; *Nature Climate Change*, Sayı 1, s. 360-364, 2011.
- <http://www.nature.com/news/ipcc-despite-hiatus-climate-change-here-to-stay-1.13832>
- <http://www.colorado.edu/news/releases/2013/07/29/ice-free-arctic-winters-could-explain-amplified-warming-during-pleistocene>
- Ballantyne, A. P., "The amplification of Arctic terrestrial surface temperatures by reduced sea-ice extent during the Pliocene"; *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Sayı 386, s. 59-67, 2013.
- <http://climate.nasa.gov/news/649>