

# Küresel Isınma Rekor Kırıyor

İklim sistemi, Yerküre'nin yaklaşık 4.5 milyar yıllık jeolojik tarihi boyunca milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir. Etkileri jeomorfolojik ve klimatolojik olarak iyi bilinen en son ve en önemli doğal iklim değişiklikleri, 4. Zaman'daki (Kuvaterner'deki) buzul ve buzularası dönemlerde oluşmuştur. Ancak 19. yüzyılın ortalarından beri, iklimdeki doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiş ve küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 19. yüzyılın sonundan günümüze kadar yaklaşık 0.5 °C'lik bir artış göstermiştir. Bu yüzden, günümüzde iklim değişikliği, küresel iklim sisteminde değişikliklere neden olabilecek doğal iç ve dış kuvvetlerin ve etmenlerin yanı sıra, sera gazı birikimlerini arttıran insan etkinlikleri de dikkate alınarak tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Örneğin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde, "karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik" biçiminde tanımlanmıştır.

## 1997 Yüzyılın En Sıcak Yılı

Fosil yakıt yakılması, ormansızlaşma ve arazi kullanımı değişiklikleri gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda, atmosferdeki birikimleri sanayi devriminden beri önemli düzeyde artan ana sera gazları (karbondioksit, metan ve diazotmonoksit), doğal sera etkisini kuvvetlendirmiştir. Atmosferdeki birikimleri artmaya devam eden bu gazlar nedeniyle kuvvetlenen sera etkisinin oluşturduğu küresel ısınma, özellikle 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleş-

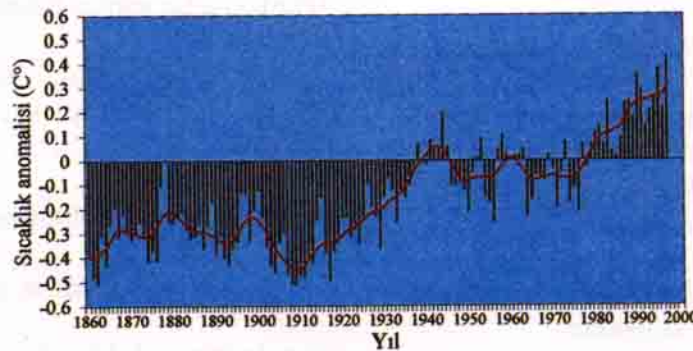
miş ve 1990'lı yıllarda en yüksek değerlerine ulaşmıştır (Şekil 1). 1961-1990 dönemi ortalamasından 0.43 °C daha yüksek olan 1997 yılı küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 1860 yılından başlayan aletli gözlem dönemindeki en yüksek sıcaklık değeri olmuştur. Bundan önceki en sıcak yıl ise, 0.38 °C'lik küresel yüzey sıcaklığı anomalisi ile, 1995'ti (WMO, 1996). Küresel yüzey sıcaklığı anomalisi, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) üyesi ülkelerdeki 1000'den fazla kara klimatoloji istasyonunda ve yaklaşık 7000 gemi ile 1000 şamandıradan kaydedilen yıllık ortalama sıcaklık farkına dayanmaktadır.

Bazı yıllarda kesintiye uğramakla birlikte, 1990'larda başlayan ve 1998'in ilk yarısında da etkili olan El Niño/Güney Salınımı sıcak olayı, tropikal doğu Pasifik Okyanusu'nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının normalden 2-5 °C daha yüksek olmasına neden olmuştur. 1997'de oluşan çok kuvvetli El Niño olayı döneminde, tropiklerdeki sıcaklıklar tarihsel kayıttaki ikinci en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu yüzden, 1997 El Niño/Güney Salınımı olayı, 1997'de oluşan küresel rekor ısınmaya katkıda bulunan bir ana etmen olarak kabul edilmektedir. Öte yandan, orta ve batı Rusya'da, batı Avrupa'da, Alaska'da ve Amerika anakaralarının batı kıyılarındaki ortalama sıcaklıklar, yıl boyunca uzun süreli ortalamaların üzerinde olduğu için, orta enlemlerde kaydedilen sıcaklıklar da, 1997'deki rekorun başlıca nedenlerinden birisi olmuştur (Şekil 2). Kuzey Yarımküre için he-

saplanan 0.52 °C'lik yıllık anomali, 1995'teki 0.54 °C'lik rekor ısınmadan sonraki ikinci en yüksek sıcaklık anomalisiydi. Güney Yarımküre için hesaplanan 0.35 °C'lik yıllık sıcaklık anomalisi ise, uzun süreli tarihsel kayıttaki en yüksek değeri. Başka sözlerle, Güney Yarımküre'nin yüksek sıcaklık rekoru da, 1997'de kırılmış oldu. Normalden daha soğuk alanlar, Kuzey Amerika'nın büyük bir bölümünü, Türkiye ile birlikte Karadeniz Havzası'nı ve Orta Doğu'yu, Kuzey Hindistan'ı ve Avustralya'nın büyük bir bölümünü içermiştir (Şekil 2).

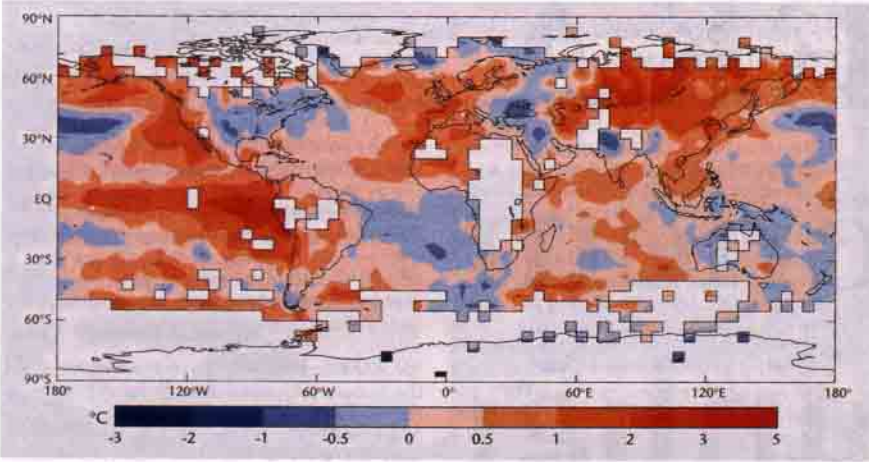
## Türkiye'deki Sıcaklık Değişimleri

Türkiye'yi de içeren Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzalarının ortalama hava sıcaklıklarında bir soğuma eğilimi gözlenmektedir. Türkiye'nin kent sel istasyonlarındaki ortalama hava sıcaklıklarının azalma eğilimi, yıllık, mevsimlik ve aylık dizilerin önemli bir bölümünde belirgindir. Ortalama hava sıcaklıklarındaki değişimlerin, bir soğuma eğilimi gösteren gündüz en yüksek sıcaklıklardaki değişimlerce kuvvetli bir biçimde kontrol edildiği söylenebilir. İnsan kaynaklı karbondioksit gazının ve sülfat parçacıklarının atmosferdeki artan birikimlerini birlikte dikkate alan iklim modelleri, ortalama sıcaklıklarda gözlenen azalmanın, bu bölgelerin üzerinde atmosferdeki sınırlarötesi sülfat parçacıklarının soğuma etkisiyle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Buna, özellikle Türkiye'deki kent sel ve bölgesel hava kirliliğinin etkisi de eklenebilir. Atmosferin 10-15 km yüksekliğindeki en alt katmanını oluşturan troposferin yeryüzüne yakın alt bölümlerindeki uçucu küçük parçacıklar (sülfat ve çeşitli kurum parçacıkları), güneşten gelen kısa dalgalı ışınımın bir bölümünün yere ulaşmadan uzaya yansımaya neden



Şekil 1. 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklara göre hesaplanan küresel yüzey sıcaklığı anomalilerindeki değişimler (UKMO Hadley Centre'e göre WMO1996'dan güncelleştirilerek). Yıllık sıcaklık anomalileri (°C), 21 noktali binomsüzgeci (kırmızı eğri) ile düzleştirilmiştir.





Şekil 2. 1961-1990 dönemi ortalamalarından farklara göre, 1997 yılındaki yüzeysıcaklığı anomalileri (UKMO Hadley Centre'e göre WMO 1998'den). Boşluklar, verileri yetersiz olan alanları gösterir.

olurlar. Bu da, yeryüzünde daha az ısı enerjisi tutulmasına ve bu nedenle de yerden atmosfere salınan uzun dalgali (termal kızılötesi) ışınımın azalmasına neden olur. Bilindiği gibi, yeryüzünde, bulutlarda ve atmosferdeki sera gazlarıncı tutulan güneş ışınları, daha sonra termal kızılötesi ışınım şeklinde atmosfere salınır. Kızılötesi ışınımın bir bölümü, uzaya kaçmadan tekrar bulutlarda ve atmosferdeki sera gazlarıncı tutulur, ki bu olaya sera etkisi adı verilir. Hava ise, yerden ısınır ve hava sıcaklığı, normal atmosfer koşullarında yükseklik ile azalır.

İklim modelleri, kuvvetlenen sera etkisinden kaynaklanan küresel ısınma etkisinin, uzun dönemde, sülfat parçacıklarının oluşturduğu bölgesel soğuma etkisini bastıracağını öngörmektedir. Küresel ısınmanın büyüklüğü ve zamanlaması, jeolojik geçmişte ve yaşadığımız yüzyılda olduğu gibi, bölgeden bölgeye değişecektir. Bu yüzden, Türkiye ve bölgesinin de, orta enlem kararları kadar olmasa bile, artan sera etkisi nedeniyle 21. yüzyılda ısınacağı öngörülmektedir. Bunda, Türkiye'deki nüfus büyümesine, sanayileşmeye ve kırsal yerleşmelerden kentlere yönelik yoğun göçe bağlı olarak gelişen plansız ve hızlı kentleşmenin katkısı büyük olacaktır.

## Kentleşme, İklim ve İnsan

Türkiye'de kentsel alanların önemli bir bölümünde, kentsel peyzaj tasarımı ve insan sağlığı açısından yaşamsal olan koruluk ve park gibi yeşil alanlar

genellikle çok yetersizdir ya da yok denecek kadar azdır. Yeşil alanların yerini, çoğunlukla asfalt, beton kaldırım ve binalar almıştır. Motorlu taşıt egzozları, endüstriyel süreçler ve ısıtma gibi doğrudan ısı yayan insan etkinliklerinin yanısıra, kent yüzeyini kaplayan, beton ve asfalt kaldırımlar ve yollar, beton, tuğla ve briket vb. malzemeden yapılan binalar, termal özellikleri nedeniyle gündüz önemli düzeyde güneş ışını absorbe ederler. Gündüz aldıkları bu enerjiyi, gece boyunca uzun dalgali termal ışınım olarak havaya salarlar. Bu termal ışınım, gece hava sıcaklığının artmasına neden olur. Kentsel gece ısınması, özellikle gece en düşük hava sıcaklıklarında belirgindir. Bu olaya, kentsel ısı adası etkisi adı verilir. Kentsel ısı adasına, yanyana sıralanmış yüksek binaların oluşturduğu kentsel kanyon geometrisi de katkıda bulunmaktadır. Isı adası etkisi ya da kentsel ısınma, Türkiye'nin kentlerinde de, büyüklükleri farklı olmakla birlikte, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında gece en düşük hava sıcaklıklarında bir artışa neden olmaktadır.

Boyutları farklı olmasına karşın, genellikle tüm büyük kentler bir kentsel ısı adası özelliği göstermektedir. Kentsel gece sıcaklıklarındaki artış ile yerel ve egemen bölgesel rüzgarları engelleyen yüksek yapıların giderek zayıflattığı rüzgarların oluşturduğu olumsuz koşullar, hem iklim tasarımı hem de insan sağlığı açısından dikkate alınmalıdır. Kent içinde zayıflayan rüzgarlar ve özellikle yılın sıcak döneminde artan gece sıcaklıkları, Türkiye'de daha önceki pekçok yaz ayında ve 1998 yılının Temmuz ayında görüldüğü gibi, uzun

sürelili sıcak dalgaları boyunca yaşanan ısı stresinin şiddetlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca, kentsel ısı adası, özellikle tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında, sulama, havalandırma ve soğutma sistemleri için daha fazla enerji kullanılmasına yol açmaktadır. Bu, aynı zamanda, küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının daha fazla üretilmesi anlamını taşır. Öte yandan, soğuk iklim bölgelerinde, artan sıcaklıklar, insan konforunu arttırdığı ve enerji tüketimini azalttığı için yararlıdır.

## Ne Yapmalı

Kentsel ısı adasını önleyebilmek ve etkilerini en aza indirebilmek için, kent dışında koruluklar ya da ağaçlıklardan oluşan yeşil bir kuşak; kent içinde ise, yüzeyleri çimle kaplı (en azından çim ve açık renkli parke taşı karışımı; beton ve mozaik değil) yeşil park kümeleri ve otomobil parkları oluşturulmalıdır. Yeni kentsel alanlardaki ana ve ara caddeler, bölgesel egemen rüzgarlar ve yerel rüzgar hareketleri dikkate alınarak planlanmalı ve düzenlenmelidir. Bu, taze havanın kırsal çevreden kentin içerilerine girerek hava kirlitçilerinin dağılmasını, hava sıcaklıklarının dengelenmesini ve şehrin soluk almasını sağlayacaktır. Bu tür önlemler, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde 1970'li yıllardan beri alınmaktadır.

Bu arada, önemli iklim değişikliklerine neden olacağı öngörülen küresel ısınmanın, enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanılması, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yaygın kullanımı, daha az karbon içeren yakıtların kullanılması, fosil yakıt çevriminde yakma teknolojilerinin iyileştirilmesi, klasik termik santrallerin yerine bileşik ısı-güç santrallerinin planlanması, kent içi ve dışı ulaşımda toplu taşımacılığa ve demir yollarına öncelik verilmesi, vb. köklü önlemlerin alınması ile önlenilebileceği de unutulmamalıdır.

Murat Türkeş

Dr., Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Kaynaklar:

- Türkeş, M., "İklim değişikliği ve ekosistemler üzerindeki olası etkileri", TÜBİTAK Bilim ve Teknoloji Dergisi, 349, 96-99, 1996a.
- Türkeş, M., "Kent ve bölge planlamasında topografyaya bağlı yerel rüzgarlar", AÜ Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 5, 213-227, 1996b.
- UKMO, "Modelling Climate Change 1860-2050", United Kingdom Meteorological Office (UKMO), the Hadley Centre for Climate Prediction and Research, 1995.
- WMO, "WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1995", WMO-No. 838, World Meteorological Organization, 1996.
- WMO, "WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1997", WMO-No. 877, World Meteorological Organization, 1998.