

## **İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ**

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ( [acant@taek.gov.tr](mailto:acant@taek.gov.tr) )

### **Karbondiyoksit düzeylerinin yükselmesi ile, okyanuslara daha fazla su akacak**

Gezeganimizin akciğeri yeşil yapraklı bitkiler, yerkürede bulunan karbondiyoksiti almakta, atmosfere oksijen ve ayrıca da su buharı vermektedir. Tıpkı insanların solunum ve terleme yolu ile su kaybetmelerine benzer şekilde, bitkiler de aynısını yapmaktadır. Sorulması gereken soru, atmosferdeki karbondiyoksit konsantrasyonunun artması, bu durumu ne kadar etkileyecektir? Bunun yanıtını İngiltere Meteoroloji Kurumu araştırmış ve atmosfere daha az, okyanuslara ise daha fazla su verildiği sonucuna varmıştır(\*).

Yapılan su ölçümlerinden, dünya genelinde, geçen yüzyıla nazaran nehirler vasıtasıyla okyanuslara daha fazla su taşınmaktadır. Teorik olarak, bunun pek çok nedeni olmakla beraber, bazıları daha işin başında dikkate alınmamıştır. Araştırma yada bilimsel inceleme; yağmur, kar, dolu veya sulu kar yağmasının, önceden gözönüne alınana nazaran, tamamen farklı bir temele dayandırılmıştır. Bununla beraber, diğer olasılıklar da dikkate alınmıştır. Bunlardan biri, ormanların yok olması ve hızlı şehirleşme ile arazi kullanımında oluşan kaygılandırıcı değişimlerdir. Kırsal bölgelerde, yağmur suyu, toprak tarafından emilmekte ve atmosfere ağaçlar vasıtası ile geri verilmektedir. Diğer taraftan, kentsel kesimlerde ise, yağmur suyu, kanallar ve drenaj sistemleri ile nehirlere dökülmektedir. Bir diğer olasılık da “güneş solması” sureti ile, havadaki zerreciklerin, daha az su tutan, sisli ve rutubetli bir atmosfer oluşturmasıdır. Öte yandan, karbondiyoksit, bitkinin terlemesine doğrudan etki yapmaktadır.

Bir bitki, atmosferle olan ilişkisini, yaprakları üzerinde bulunan ve “stomata” adı verilen çok ince gözenekler yoluyla sağlamaktadır. Bitkiler, gözenekler vasıtası ile karbondiyoksiti alırken, bu gazın atmosferde çok yoğun bulunması nedeni ile, hiçbir şekilde

zorlanmamaktadır. Böylece, karbondioksitten dolayı, gözeneklerin çoğu kapalı kalmakta ve bitki atmosfere daha az su vermektedir. Bitkiler, bu şekilde suyu daha tasarruflu kullandıklarından, toprak yolu ile, çok az su almaktadır. Kullanılmamış yada bitki tarafından alınmamış su da, nehirlere akıp gitmektedir. Son zamanlarda görülen yerküredeki sıcaklık yükselmelerinde, sera gazları, özellikle de karbondioksit oranındaki artış, fail olarak gösterilmektedir. Bu çalışmada, eko sistemler üzerinde, karbondioksit gazının etkisi direkt olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bulgular; oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bir taraftan, daha hızlı akan nehirler, sel ve toprak kayması şeklinde çevreyi tehdit etmekte iken, son zamanlarda, Tayland'ta, bir çok şehrin yaklaşık 1 metre suyun altında kalması sebebi ile, yüzlerce aile evlerini terketmeye zorlanmaktadır. Çok endişelendirici biçimde, nehirler vasıtası ile okyanuslara daha fazla su taşınırsa, deniz seviyesi yükselmesini hızlı şekilde sürdürecektir. Özellikle, bu değişimler, Bangladeş gibi, nüfusun yoğun ve fakir yaşadığı, deniz seviyesine yakın ülkelerde, kendisini çarpıcı tarzda hissettirecektir. Diğer taraftan da, nehirler emniyetli şekilde denetim altında tutulabilirse, dünya yüzeyinde tatlı suyun artması, iyiliğin belirtisi olarak görülmektedir. Dünya Sağlık Teşkilatı (World Health Organization-WHO), yeryüzündeki 6 milyar insandan, asgari 1 milyar 100 milyon kişinin güvenli yada sağlıklı içme suyundan yoksun olduğunu ve 2 milyar 400 milyonunun da yetersiz hıfzı sıhha koşullarında yaşadığını tahmin etmektedir. Karbondioksit konsantrasyonunun artması, bitkilerin çok daha az su sarfetmesine neden olacağından, fazlasını insanlara bırakmak sureti ile, hiç de kötü olmayan bir ortamı da oluşturabilecektir.

Öte yandan, deniz seviyelerinin öngörülenden daha hızlı yükselmesinin bir nedeni de, Güney kutbunda Antarktika (Antarctica) ve Kuzey Atlantikte Grönland (Greenland)'ta bulunan buzul kitlelerinde ortaya çıkan erimenin, küresel ısınmadan kaynaklanmasıdır. Son zamanlara kadar buzullardaki erimenin oldukça yavaş olduğu düşünülmekteydi. Dört yıl önce, Güney Kutbundaki küçük bir buz tabakasının birdenbire parçalanması, bilim insanlarını tekrar ciddi olarak düşünmeye yönlendirdi. Hatta, son haftalarda, Dünya'nın diğer bir ucundan da nefes kesen kaygılandırıcı haberler gelmesi, bilim insanları arasındaki endişeleri artırdı.

Geçmişte, araştırmacılar, buzulların genişliği konusunu değerlendirmek için, Grönland üzerini uçaklarla katetmek sureti ile toplanan bilgileri kullanmakta idi. Bu şekilde yapılan inceleme, çok yoğun bir faaliyet gerektiriyordu. Grönland'ta bulunan buz tabakaları, Türkiye'nin iki katından büyük veya Meksika'dan biraz daha küçük, yaklaşık 1.7 milyon km<sup>2</sup> 'lik bir alanı kapsamakta ve buzulların yüksekliği 3 km'ye erişmektedir. Uçuşların tüm bölgeyi içine alamaması sebebi ile, boşlukta kalan alanlar için bilgisayar modelleri kullanılmış ve tahmini bir değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen verilerin ve modellemelerin sonucunda, Grönland'taki buzul tabakalarının kalınlıkları merkezi yerde nispeten kararlı olduğu ve kenarlara doğru biraz incelendiği bulunmuştur. Yukarıda elde edilen sonuç, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü ve Kansas Üniversitesi bilim adamlarının uydudan alınan verileriyle karşılaştırılarak, Grönland kıyılarındaki incelmelerin ne kadar süratli olduğu, 12 tane buzulun akış hızı tespit edilmek sureti ile saptanmıştır. Her buzuldaki suyun yaklaşık yarısının, artan oranlarda ve hızlı şekilde denize döküldüğü hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar; haftalık Bilim Dergisinde yayınlanmış ve "American Association for the Advancement of Science"ın Şubat 2006'da düzenlenen 18. toplantısında ayrıntılı biçimde tartışılmıştır. Buzulların akış hızının, yıllık 12 km ile, iki misli fazla olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, Grönland'ta denize dökülen buzul hacmi, geçen 10 yılda, iki kat artış göstermektedir. Sonuçlar, yeterince kaygı vericidir. Aynı bilim adamları, 1979 yılında başlayan çalışmalarla karşılaştırıldığında, Grönland'taki buz tabakasının, 2002 ve 2005 yıllarında daha büyük bir sahayı kapsayacak şekilde eridiğini tespit etmişlerdir. Büyük bir çoğunluğu da, hızlanan buzulların olduğu, adanın güneyinde bulunmaktadır. Yüzeyden akan su, buzulların denize geçmesini kolaylaştırabilmektedir. Her iki faktörde gözönüne alındığında, Grönland'taki buz tabakasının, küresel ölçüde deniz seviyesinin yükselmesine yaptığı katkı yıllık olarak, 1996 yılında 0.23mm'den 2005 yılında 0.57mm'ye artmıştır. Tüm bunlara ilaveten; buzulların tuz ihtiva etmemesi nedeni ile, eridiklerinde doğrudan doğruya tatlı suya dönüşmektedir. Grönland'ta bu şekilde tatlı su miktarındaki artış hızı, Atlas Okyanusu'nda mevcut en iyi modellemeler gözönüne alındığında, kuzey-batı Avrupa'yı daha ılımlı bir iklimde tutan, Gofstrim (Gulf Stream) sıcak su akıntısına zarar vererek, Kuzey

Atlantik'te bulunan akıntıların yönlerini değiştirmektedir. Golfstrim'in etkilenmesi, Avrupa'nın iklim değişikliklerinde çok kaygılandırıcı bir durumu ortaya çıkarmaktadır. Son yıllarda, Avrupa'da nehir seviyelerinin yüzyılın en yüksek düzeyine çıkmasında, atmosferdeki sera gazlarının artışı neden gösterilmektedir. Örneğin, Tuna nehrinin akış hızı, bir başka deyişle debisi, saniyede 16000 m<sup>3</sup> 'e ulaşarak, geçtiği pek çok Avrupa ülkesinde su taşkınları ile, çevreyi ciddi şekilde tehdit etmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde, 2005 yılında New Orleans'da 1500 insanın ölümüne neden olan "Katrina" kasırgasının, tufan şeklinde vuku bulmasının, küresel ısınmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öte yandan, buzul çağlarının dönemsel olduğu varsayılmaktadır. Buna göre, her 100000 yılda bir sıcaklığın arttığı dönem görülmekte, kutuplarda bulunan buzullar eriyerek, deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Daha sonra da buzul dönemi başlamak sureti ile, bir sıcak bir soğuk dönem yaşanarak, süreç devam etmektedir. Sebepleri konusunda çok çeşitli teoriler bulunmasına rağmen, en geçerli olanı dünya ekseninin eğik olmasıdır. Eksenin 40000 yılda bir defa değiştiği öngörülmektedir. Eğimin fazla olduğu zamanlarda, güneş ışınlarının kutuplara dik gelmesinden dolayı, buzulların eridiği düşünülmektedir. Son erimenin 20000 yıl önce olduğu hesaplandığından, küresel ısınmaya doğru değil, buzul devrine girmekte olmamıza rağmen, sera gazlarından ve ozon tabakasının delinmesinden kaynaklanan mevcut durumun , ileri safhalarda iklim değişikliklerini nasıl etkileyeceği konusundaki araştırmalar, günümüzde yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Sonuç olarak, Dünyamızın; küresel ısınmadan kaynaklanan şiddetli yağışlar ile meydana gelen sel, toprak kayması, heyelan vb. doğal afetlere maruz kalacağı ayrıca da, deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle New York, Boston, Londra, Tokyo gibi kentlerin bazı kesimlerinin sulara gömüleceği düşünülmektedir. Diğer taraftan da, yine sera gazlarının artışından ileri gelen şiddetli kuraklıkların, yerküremizin akciğeri sayılan Güney Amerika'daki Amazon Yağmur Ormanlarını (Amazon rain forests) yakın bir gelecekte yok olma tehdidi ile karşı karşıya bırakacağı öngörülmektedir.

(\*)Kaynak: The Economist Dergisi ( 18 Şubat-24 Şubat 2006 )