



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 23
Makalenin Adı	: İnsanın İklimi Değiştirdiğine İlişkin Yeni Kanıtlar
Makalenin Yayın Tarihi	: 09/03/2007
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: iklim değişimi
Makalenin Kaynağı	: Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı 1042, 09/03/2007
Anahtar Kelimeler	: iklim değişimi
Yazar 1	: Murat Türkeş

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=23) verilmelidir.

İnsanın iklimi değiştirdiğine ilişkin yeni kanıtlar

Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı:1042, 09.03.2007

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından ortaklaşa yürütülen Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) "İklim Değişikliği 2007: Fiziksel Bilim Temeli" Raporu'nun "Karar Vericiler İçin Özet"i Paris'te açıklandı. Bu makalede, raporun önemli sonuçları, uygun olduğu yerde 2001 yılında yayımlanan IPCC Üçüncü Değerlendirme Raporu'nun (TAR) sonuçlarıyla da karşılaştırılarak özetle birleştirildi.

Doç. Dr. Murat Türkeş ;

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü,
murat.turkes@comu.edu.tr*

Son 12 yıldan 11'i, 1850'den beri yapılmakta olan aletli küresel yüzey sıcaklığı ölçüm kayıtlarındaki en sıcak 12 yılın arasında yer alıyor. 100 yıllık (1906-2005) doğrusal eğilimin büyüklüğü, 0.74 °C'ye ulaştı. Doğrusal ısınma eğilimi, geçen 50 yıllık dönemde 100 yıllık dönemin yaklaşık iki katı (0.13 °C/10 yıl).

İklim değişikliğinin doğal ve insan kaynaklı nedenleri: Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazotmonoksit (N₂O) gibi sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, 1750'den günümüze değin süregelen insan etkinliklerinin sonucunda artış gösterdi. Bu artış, binlerce yıllık buz katmanları örneklerinden (karotlarından) elde edilen sanayi öncesi birikim değerlerinden çok yüksek. CO₂ birikimindeki artışlar, temel olarak fosil yakıt kullanımı ve arazi kullanımı değişikliklerinden kaynaklanırken, CH₄ ve N₂O birikimindeki artışlar ise, temel olarak tarımsal etkinliklerden kaynaklanan salımlar ile bağlantılı. Atmosferdeki CO₂ birikimi, sanayi öncesi dönemde 280 ppm iken, bu değer 2005 yılında 379 ppm'e ulaştı. 2005 yılındaki bu birikim değeri, (buz karotlarının içindeki havanın kimyasal çözümlemelerinden elde edilen) geçmiş 650,000 yıllık kayıttaki 180-300 ppm arasında değişen doğal CO₂ birikiminin çok üzerinde.

IPCC TAR'a göre insanın küresel ortalama net etkisi, ısınma dikkate alındığında, çok büyük olasılıkla +1.6 W/m² düzeyindeki bir ışımsal zorlamaya karşılık gelir (pozitif ışımsal zorlama, ısınma etkisi). Atmosferdeki CO₂, CH₄ ve N₂O birikimindeki artış nedeniyle oluşan birleşik ışımsal zorlama ise +2.30 W/m²'dir. Sanayi dönemindeki artış oranı, büyük olasılıkla geçmiş 10,000 yıldan daha uzun bir dönemdekine göre eşit görülmemiş bir düzeyde.

Sülfat, organik karbon, siyah karbon, nitrat ve tozları içeren aerosol'lerin insan kaynaklı katkıları, ortaklaşa bir soğuma etkisi yaratır (negatif ışımsal zorlama, soğuma etkisi). Hesaplamalara göre, aerosol'lerin doğrudan toplam ışımsal

zorlaması -0.5 W/m^2 ve dolaylı bulut albedo zorlaması -0.7 W/m^2 düzeyinde.

Güneş ışınlarında (gelen kısa dalgalı güneş radyasyonu) 1750'den beri gerçekleşen değişiklikler ise, $+0.12 \text{ W/m}^2$ 'lik bir ışımsal zorlamaya neden oldu. Bu değer, TAR'da verilen kestirimin yarısından azdır.

SON YILLARDAKİ GÖZLEMLER

Küresel ortalama hava ve deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki artışlar, geniş alanlı kar ve buz erimeleri ve küresel ortalama deniz seviyesindeki yükselmelere ilişkin doğrudan gözlemlerden elde edilen kanıtlar, iklim sistemindeki ısınmayı açıkça gösteriyor.

19952006 arası 12 yıldan 11'i, 1850'den beri yapılmakta olan aletli küresel yüzey sıcaklığı ölçüm kayıtlarındaki en sıcak 12 yılın arasında yer alıyor. Bu yüzden, güncellenen 100 yıllık (19062005) doğrusal eğilimin büyüklüğü, $0.74 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaştı ($0.74 \pm 0.18 \text{ }^\circ\text{C}$). Bu değer, TAR'da 19012000 dönemi için $0.6 \pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak hesaplanan doğrusal ısınma eğiliminden daha büyük. Doğrusal ısınma eğilimi, geçen 50 yıllık dönemde 100 yıllık dönemin yaklaşık iki katı ($0.13 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ yıl}$).

Alt ve orta troposfer sıcaklıklarına ilişkin meteoroloji balonu ve uydu ölçümlerine dayanan yeni çözümler, yüzey sıcaklığı kayıtlarındakine benzeyen ısınma oranlarını göstermektedir ve belirsizlikleri de uyumludur.

Atmosferin ortalama su buharı içeriği (nemliliği), 1980'lerden beri, kara ve okyanusların üzerinde olduğu kadar alt troposferde de artmıştır. Bu artış, daha sıcak havanın daha fazla su buharını tutma kapasitesine sahip olduğu gerçeği ile uyumludur.

1961'den beri yapılan gözlemler, küresel okyanusların ortalama sıcaklığının en az 3000 metre derinliğe kadar arttığını ve okyanusların iklim sistemine verilen ısı enerjisinin % 80'den fazlasını emdiğini gösterdi. Okyanuslardaki bu ısınma, deniz suyunun genleşmesine neden olarak, deniz seviyesinin yükselmesini sağlar.

Dağ buzulları ve kar örtüsünün ortalamasında her iki yarımkürede azalma oldu. Buzullardaki ve buz şapkalarındaki yaygın azalmalar, deniz seviyesi yükselmesine katkıda bulundu.

TAR sonrası yeni veriler, Grönland ve Antarktika buz kalkanlarından kaynaklanan kayıpların (erimelerin), 19932003 dönemindeki deniz seviyesi yükselmesine büyük olasılıkla katkı sağladığını gösterdi. Buz kalkanlarının kütle kayıplarındaki artışı, buz şelflerinde incelme, azalma ya da yüzen buzul dillerinin kaybı ve incelmesi izledi. Böyle dinamik buz kayıpları, Antarktik net kütle kaybının çoğunu ve Grönland'daki net kütle kaybının yaklaşık yarısını açıklamak açısından yeterli.

Küresel ortalama deniz seviyesi, 19612003 döneminde ortalama olarak yılda 1.8

mm oranında yükseldi. Yükselme, 1993-2003 döneminde yaklaşık 3.1 mm/yıl oranı ile daha hızlı oldu. 20. yüzyıldaki toplam yükselmenin ise, 0.17 m olduğu öngörülüyor.

ÖTEKİ İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ

IPCC TAR'da olduğu gibi, IPCC 4. Değerlendirme Raporu'nda da, anakarasal, bölgesel ve okyanus havzası ölçeklerinde, iklimde çeşitli uzun süreli değişiklikler gözlemlendi. İklimdeki bu değişiklikler, Arktik sıcaklıklardaki ve buzdaki değişiklikleri, yağış tutarlarındaki yaygın değişiklikleri, okyanus tuzluluğundaki, rüzgar desenlerindeki değişiklikleri, kuraklıkları, şiddetli yağışları, sıcak hava dalgalarını ve tropikal siklonların şiddetindeki değişiklikleri içeren ekstrem (aşırı, uç) hava koşullarına ilişkin özelliklerdeki değişiklikleri kapsıyor.

Ortalama Arktik sıcaklıklar, geçen 100 yılda neredeyse küresel ortalama sıcaklıkların iki katı arttı. 1978'den beri elde edilen uydu verileri, yıllık ortalama Arktik deniz buzunu yayılımının her on yılda % 2.7 oranında azaldığını ve bu azalmanın % 7.4 oranı ile yazın en kuvvetli olduğunu gösterdi.

Permafrost katmanının üst bölümündeki sıcaklıklar, Arktik bölgede 1980'lerden beri genel olarak arttı ve bu artış 3 °C'ye ulaştı. Mevsimlik donmuş arazinin kapladığı maksimum alan, Kuzey Yarımküre'de 1900'dan beri yaklaşık olarak % 7 azaldı. Bu oran, ilkbaharda % 15'e ulaştı.

1900-2005 döneminde, Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu bölümlerinde, kuzey Avrupa'da, kuzey ve orta Asya'da yağışlarda uzun süreli anlamlı artışlar gözlemlenirken, Sahel'de, Akdeniz havzasında (Türkiye'yi de içerir), Güney Afrika'da ve Güney Asya'nın bazı bölümlerinde kuraklaşma eğilimleri gözlemlendi.

ESKİ İKLİMLER İLE KARŞILAŞTIRMA

Paleoiklim (eski iklim) çalışmaları, on yıllardan milyonlarca yıllara değişen zaman ölçeklerinde küresel iklimdeki geçmiş değişiklikleri anlamak için, iklimsel olarak duyarlı göstergelerdeki değişiklikleri temel almakta ve onların sonuçlarını değerlendirmektedir. Böyle dolaylı iklimsel veriler (örneğin, ağaç halkası kalınlıkları), yerel sıcaklık ve yağış gibi öteki etmenlerdeki değişimlerden etkilenebilir. Paleoiklim bilgileri, geçen yarım yüzyıldaki ısınmanın, en azından önceki 1300 yıldakine göre olağandışı olduğu düşüncesini destekliyor. 20. yüzyılın ikinci yarısına ilişkin ortalama Kuzey Yarımküre sıcaklıkları, hem büyük olasılıkla geçen 500 yılın herhangi bir başka 50 yıllık dönemine, hem de olasılıkla en az geçen 1300 yıldakine göre en yüksek olmuştur.

Günümüzden yaklaşık 125,000 yıl önce oluşan son buzularası dönemdeki (Riss-Würm buzularası çağı) küresel ortalama deniz düzeyi, temel olarak polar buz ve buzulların eriyip geri çekilmesi nedeniyle, 20. yüzyıla göre olasılıkla 4-6 m daha yüksekti. Ayrıca, buz karotu verilerine göre, ortalama polar sıcaklıklar Yerküre'nin

yörüngesindeki değişiklikler nedeniyle günümüzden 35 °C daha yüksekti. Grönland buz kalkanı ve öteki arktik buz arazileri, gözlenen deniz seviyesine olasılıkla 4 m'den daha fazla katkı sağlamamıştır. Ayrıca, Antarktika'dan kaynaklanan bir katkı da olmuş olabilir.

NEDENLERİNİ ANLAMA

İklim değişikliğinin nedenlerini anlamaya yönelik yeni IPCC değerlendirmesine göre, "20. yüzyılın ortasından beri küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artış, büyük olasılıkla, atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerinde gözlenen artış nedeniyle oluşmuştur." Bu değerlendirme, 2001 yılında IPCC TAR'ın "geçen 50 yılda gözlenen ısınmanın çoğu, olasılıkla, sera gazı birikimlerindeki artış nedeniyledir" şeklindeki sonucuna göre bir ilerlemedir.

Atmosferde ve okyanuslarda gözlenen yaygın ısınma ve buz-buzul kütlelerindeki erimeler, "çok büyük bir olasılıkla, geçen 50 yıldaki küresel iklim değişikliğinin dış zorlama olmaksızın açıklanabileceği ve büyük olasılıkla bunun tek başına bilinen doğal nedenler yüzünden olmadığı" biçimindeki sonucu destekliyor.

Antarktika dışında, anakaraların her biri için hesaplanan ortalama sıcaklıklarda geçen 50 yılda anlamlı bir antropojen ısınma vardır. Okyanuslara göre karalarda daha büyük olan ısınmayı da içeren gözlenen ısınma deseni ve bunlarda zamanla oluşan değişiklikler, antropojen zorlamayı dikkate alan ve içeren modellerce benzeştirilir.

İklim modelleri, gözlemlerden kaynaklanan kısıtlara karşın, ilk kez iklim duyarlılığı için olabilir bir değerlendirme aralığı üretti ve iklim sisteminin ısınımsal zorlamaya yönelik yanıtının anlaşılmasındaki güvenilirliği arttırdı. Bu çerçevede, CO2 birikimlerinin iki katına çıkması sonucunda, 2100 yılına değin küresel ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışın, yaklaşık 3 °C'lik en iyi kestirmeyle birlikte, olasılıkla 24.5 °C arasında olacağı öngörülüyor. Bu artış, çok düşük olasılıkla 1.5 °C'den küçük ya da 4.5 °C'den yüksek olabilir.

Ancak, modellerin gözlemlerle olan uyumu, 2-4.5 °C aralığının dışında kalan bu değerler açısından çok iyi değildir. Su buharı değişiklikleri iklim duyarlılığını etkileyen en büyük geri beslemedir ve şimdi TAR'a göre daha iyi anlaşılmıştır. Bulut geri beslemeleri ise, kalan en büyük belirsizlik kaynağıdır.

PROJEKSİYONLAR

Birçok SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) salım senaryosu (IPCC, 2000), gelecek 20 yıl için yaklaşık 0.2 °C/10 yıl oranında bir ısınmanın olacağını öngörüyor. Öte yandan, tüm sera gazlarının ve aerosol'lerinin birikimleri 2000 yılı düzeylerinde tutulsa (değişmeden kalsa) bile, yaklaşık 0.1 °C/10 yıl oranındaki bir ısınmanın olması bekleniyor.

Sera gazı salımlarının bugünkü düzeyinde ya da bugünkünün üzerinde sürmesi, daha fazla ısınmaya ve büyük olasılıkla, iklim sisteminde 21. yüzyıl süresince 20. yüzyılda gözlenenden daha büyük düzeylerde olabilecek birçok değişikliğe neden olacak. İnsan kaynaklı ısınma ve deniz seviyesi yükselmesi, sera gazı birikimleri belirli bir düzeyde durdurulsa bile, iklim süreçleri ve geri beslemeleri ile bağlantılı zaman ölçekleri yüzünden, yüzyıllarca sürebilecek.

Birleşik iklim-karbon döngüsünün, daha sıcak bir iklimde atmosfere CO₂ eklemesi beklenir; ancak, bu geri beslemenin büyüklüğünde belirsizlik vardır. Model çalışmaları, CO₂'yi 450 ppm'de durdurmak için, 21. yüzyıldaki toplam salımları, ortalama olarak yaklaşık 670 milyar ton karbondan (GtC) yaklaşık 490 GtC'ye indirmek gerektiğini gösteriyor.

İnsan kaynaklı sera gazlarını atmosferden uzaklaştırmak için gerekli olan zaman ölçekleri nedeniyle, hem geçmiş hem de gelecekteki antropojen CO₂ salımları, ısınmayı ve deniz seviyesi yükselmesini 1000 yıldan daha uzun bir süre desteklemeyi sürdürecektir.

KAYNAKLAR

IPCC, 2000, Special Report on Emissions Scenarios A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (Naki_enovi_, et al., lead authors), Cambridge University Press, New York.

IPCC, 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Eds.: J. T. Houghton et al., Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC, 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers - Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC Secretariat, WMO, Geneva.