

## Küresel iklim değişikliği (Derleme)

Dilek BAŞALMA<sup>a,\*</sup>

İsmail DEMİR<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>b</sup>Devlet Meteoroloji İş. G.M. Arş.ve Bil. İş. D. Bş.lığı Arş. Şb Md.lüğü, İklim Deę. ve Deę. Grubu, Ankara, Türkiye

### Global climate change (A review)

#### SUMMARY

Contemporarily, climate change is one of the most important environmental issues of the world. Human activities, such as burning of fossil fuels, industrial processes, changes in land use and deforestation, etc., cause atmospheric greenhouse concentrations to increase and as a result this, the natural greenhouse effect is enhanced. The most significant impact of strengthened greenhouse effect with the urbanization is to increase the earth's surface temperature trend. Between the period of 1906-2005, an increase in the mean global surface temperature occurred as 0.74 °C. Based on the IPCC's SRES (Intergovernmental Panel on Climate Change-Special Report on Emissions Scenarios) scenarios, the most advanced Climate Models project that the mean surface temperature of 2090-2099 period will increase averagely 1.8-4.0 °C compared with the mean of 1980-1999.

KEY WORDS: Climate change, greenhouse effect, temperature, precipitation, IPCC-SRES

#### ÖZET

İklim değişikliği günümüzün en önemli çevresel sorunlarından biridir. Fosil yakıtlarının yakılması, sanayi süreçleri, arazi kullanımı değişikliği ve ormansızlaştırma gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda atmosferdeki konsantrasyonları hızla artmakta ve doğal sera etkisini kuvvetlendirmektedir. Kuvvetlenen sera etkisinin en önemli etkisi, şehirleşmenin de katkısıyla yeryüzü yüzey sıcaklığı artma eğilimi göstermesidir. 1906–2005 periyodunda küresel yüzey sıcaklıklarındaki artış 0.74 °C olarak gerçekleşmiştir. En gelişmiş iklim modelleri IPCC SRES (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli ve Özel Emisyon Raporları) senaryolarına göre, 2090–2099 dönemi ortalama yüzey sıcaklığının, 1980–1999 dönemi ortalamasına göre ortalama 1.8–4.0 °C artacağı öngörülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: İklim değişikliği, sera etkisi, sıcaklık, yağış, IPCC-SRES

#### GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan olumsuz hava olayları iklim değişikliğinin önemini artırmıştır. 2007 yazında büyük şehirlerimizde yaşanan içme suyu sorunu ile yazılı ve görsel medyada daha fazla yer verilen iklim değişikliği bu sayede daha da önem kazanmıştır. Hiç tükenmeyecek hissi veren büyük su tutma kapasiteli

barajlarımızda bir damla suyun kalmaması yaşanan olayın ne kadar büyük ve önemli olduğunu gösterdi. Toplumsal bilinçlenmenin her ne kadar geç de olsa başlaması ve halkımızın bu konuda doğru ve tam bilinçlendirilmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu derlemede genel olarak küresel iklimde gözlenen değişimler ve gelecekte iklimde beklenen değişimlerden bahsedilmektedir.

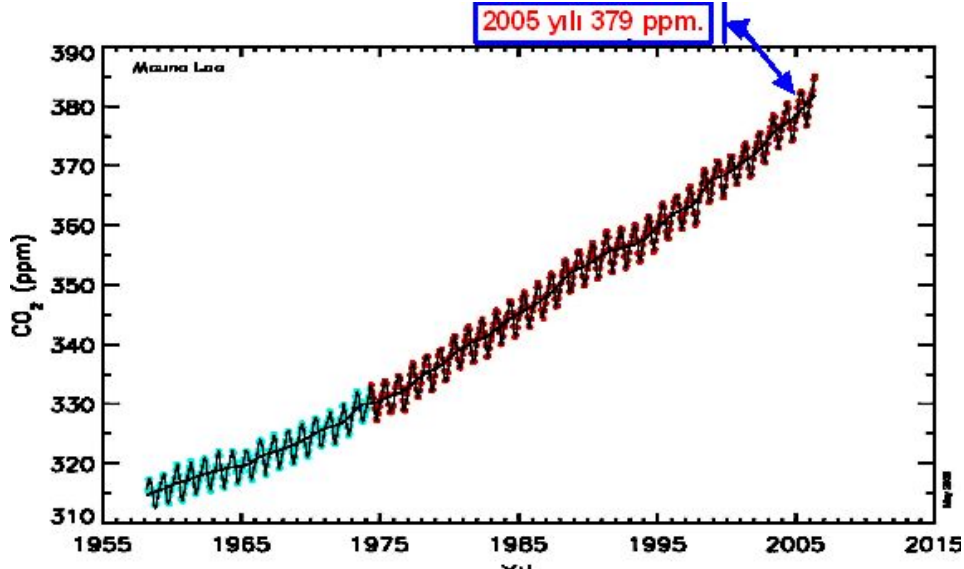
\*E-posta: [basalma@agri.ankara.edu.tr](mailto:basalma@agri.ankara.edu.tr)

Kabul tarihi: 11.08.2008



Sanayi öncesi dönemde yaklaşık 715 ppb (milyarda bir partikül) olan CH<sub>4</sub> birikimi, 2005 yılında ise 1774 ppb'e çıkmıştır. Buzullardan alınan örnekler 2005 yılı CH<sub>4</sub> birikiminin son 650 000 yılın en yüksek düzeyine (320–790 ppb) ulaştığını göstermektedir.

Global atmosferik diazot monoksit birikimi %18 oranında artış göstermiş ve sanayi öncesi yaklaşık 270 ppb'den 2005 yılında 319 ppb'ye çıkmıştır (Türkeş ve ark. 1999).

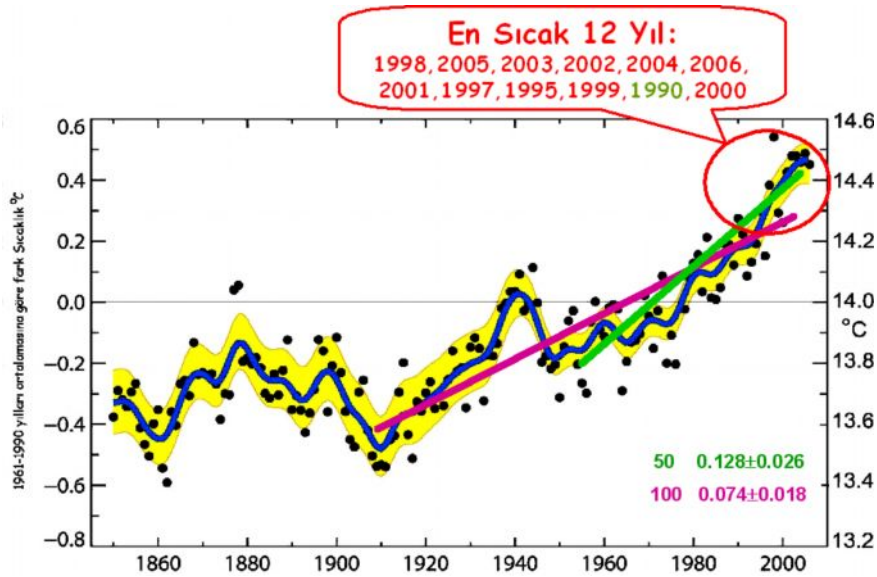


Şekil 2. Atmosferik CO<sub>2</sub> birikimindeki değişimler

(Kaynak: [http://celebrating200years.noaa.gov/datasets/mauna/image3\\_650.jpg](http://celebrating200years.noaa.gov/datasets/mauna/image3_650.jpg))

2. Küresel yüzey sıcaklığı, 1906 ile 2005 yılları arasında sıcaklık artışı 0.74 °C olmuştur. Bu rapora göre; 1850 yılından beri kaydedilen en yüksek sıcaklığa sahip 12 yılın 11'i son 12 yılda gerçekleşmiştir (Şekil 3). Sıcaklık artışlarına

bakıldığında; 1998 yılı 0.58 °C ile en sıcak yıl, 2005 yılı 0.49 °C anomali ile en sıcak ikinci yıl olduğu ifade edilmiştir. Son elli yıldaki lineer ısınma eğilimi ise son yüz yıldakinin yaklaşık iki katıdır.



Şekil 3. Küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki değişim

(Kaynak: <http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/wg1-report-2007-02.pdf>)

3. Dünya'da 1901–2005 yılları arasında gözlenen yağış verileri incelendiğinde, Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu kesimleri, Avrupa'nın kuzeyi ve Asya'nın kuzeyi ile iç kesimlerinde önemli artışlar, Afrika'nın Sahel bölgesi, Akdeniz havzası, Afrika'nın güneyi ile Asya'nın güneyinde bazı kesimlerde önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir.

4. Raporda 20. yüzyıldaki toplam deniz seviyesi artışı 17 cm olarak hesaplanmıştır. Küresel deniz seviye artışı ise 1961–2003 yılları arasında yıllık ortalama 1.8 mm (1.3–2.3 mm) iken, 1993–2003 periyodunda ise yıllık ortalama artış 3.1 mm (2.4 mm–3.8 mm) olarak hesaplanmıştır.

5. Pek çok alanda atmosferik su buharında gözlenen artış ve ısınma ile kuvvetli yağış olaylarının sıklıklarında artış olduğu saptanmıştır.

6. Dünya'da 1970'li yıllardan itibaren tropikal ve subtropikal bölgelerde daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlenmiştir.

7. Son 50 yılda ekstrem sıcaklıklarda yaygın ölçekli değişiklikler görülmüştür. Soğuk günler, soğuk geceler ve don olaylarının daha az, buna karşılık, sıcak günler, sıcak geceler ve sıcak dalgalarının daha çok yaşandığı belirlenmiştir.

İklim değişikliğinde gözlenen değişimlerin insan ve doğal sistemler üzerinde gözlenen etkileri aşağıda ayrı başlıklar halinde özetlenebilir:

#### a) Kar, buz ve permafrost alanlarda;

İklim değişikliği ve özellikle ortalama yüzey sıcaklığındaki artışla ilgili olarak okyanuslarda ve doğal ekosistemlerde belirgin değişimler gözlenmiştir. Kar, buz ve permafrost alanlardaki değişimler sonucunda;

- Buzul göllerin sayılarında artış; (1957–1997 yılları arasında 0,23 km<sup>2</sup> den 1,65 km<sup>2</sup> çıkmıştır),
- Permafrost alanlarda değişim ve dağlık bölgelerde heyelanlarda artış,
- Artık ve Antarktik bölgede bazı ekosistemlerde değişimler saptanmıştır.

#### b) Hidrolojik sistemlerde;

- Buz ve karla beslenen nehirlerde ilkbahar mevsiminde yoğun akış döneminde erkencilik ve akışlarda artış,
- Nehirlerin ve göllerin ısınmasına bağlı olarak hem su kalitesinde değişimler, hem de termal yapıdaki değişimler saptanmıştır.

#### c) Biyolojik sistemlerde;

- İlkbahar mevsiminde gerçekleşen olaylarda özellikle kuş göçü, ağaçların çiçeklenmesi ve yumurtlama dönemlerinde daha erkencilik,
- Bazı bitki ve hayvan türlerinde yukarı enlemlere hareketlenmeler saptanmıştır.

#### d) Deniz ve tatlı su biyolojik sistemlerinde;

- Su ısısındaki artış deniz ve tatlı su biyolojik sistemlerinde değişikliklere sebep olmuştur.
- Yukarı enlemlerde su yosunu plankton yaşamlarında artışlar ile balık göçlerinin daha erken olması ve alansal değişimler gözlenmiştir.
- Dünya'da 1750'li yıllardan beri artan CO<sub>2</sub> salınımları ve bunun en önemli yutak alanları olan okyanus ve denizlerde karbon içeriğine bağlı asitlik 0.1 birim artmıştır.

### KÜRESEL İKLİM ÖNGÖRÜLERİ

İklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olunması ve olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için doğal ve insan sistemlerine etkilerinin belirlenmesi ve bunun için de toplumların, ekonomilerin ve teknolojilerin gelişimine bağlı olarak değişecek sera gazı salımlarının atmosferdeki birikimlerine göre iklimde gözlenen değişikliklerin ve eğilimlerin gelecekte nasıl olacağını tahmin etmek gerekmektedir. İklim sisteminin bileşenlerinin, bunlar arasındaki etkileşimlerin ve geri beslemelerin matematiksel gösterimi olan ve iklim değişikliğini tahmin etmek için kullanılan yegane araç ise iklim modelleridir (Türkeş ve ark. 2002).

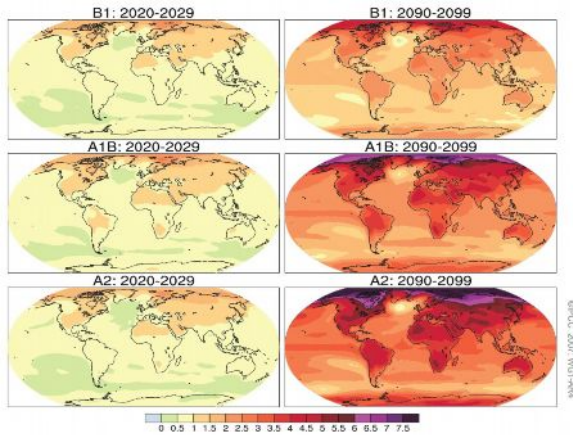
Modeller vasıtasıyla elde edilen geleceğe yönelik iklim öngörülerinde değişik senaryolar kullanılmaktadır. Bu senaryolar, IPCC (2007) tarafından hazırlanmıştır ve emisyon senaryoları özel raporu (SRES) olarak yayımlanmıştır. Bu senaryolarda, gelecek için sera gazı emisyonları hesaplanırken, nüfus artışı, enerji kullanımı, ekonomiler, teknolojik gelişmeler, tarım ve arazi kullanımındaki değişiklikleri için değişik kabuller kullanılmıştır. Bu senaryoların en çok kullanılanlarından biri olan A2, bugünkü benzer heterojen bir dünyada kendi kendine yeterlilik ve yerel kimliklerin korunumu temasının işlendiği, nüfusun yüksek bir artış hızına sahip olduğu, ekonomik gelişmenin bölgesel karakterinin (zengin ve fakir ülkeler arasındaki eşitsizliğin) devam ettiği ve küresel ısınma ve çevresel değişim konularında mücadele için herhangi bir özel tedbirin alınmadığı bir senaryo üzerine kurulmuştur. Yine, B2 olarak bilinen ve çok kullanılan bir diğer senaryo ise ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlikte yerel çözümlerin vurgulandığı, nüfusun makul oranda arttığı, ekonomik gelişmenin orta seviyede olduğu, teknolojik değişimin çok hızlı olmamakla beraber daha yaygın olduğu bir dünya üzerine kurgulanmıştır. A1 ve B1'de ise A2 ve B2'de vurgulanan bölgeselliğin aksine küreselleşme ön plana çıkarılmıştır. Bu 4 ana senaryo da kendi içlerinde farklı senaryolara ayrıştırılarak 40 kadar senaryo üretilmiştir.

B1, A1T, B2, A1B, A2 ve A1FI son IPCC raporlarında kullanılan SRES senaryolarıdır ve sırasıyla 600, 700, 800, 850, 1250 ve 1550 ppm olarak 2100 yılındaki insan kaynaklı sera gazları ve aerosollerden kaynaklanan ışınımsal zorlamaya karşılık gelen karbondioksit eşdeğeri yaklaşık

birliklerini göstermektedirler. Geleceğe yönelik iklim öngörülerini, işte bu sera gazı salım senaryolarının küresel iklim modellerine entegre edilmesi ile gerçekleştirilen simülasyonlar sayesinde elde edilmektedir.

IPCC'nin yeni yayımlanan dördüncü değerlendirme raporu birinci çalışma grubu bölümüne göre küresel iklimde öngörülen değişiklikler aşağıda özetlenmiştir. (Ipcc Fourth Assessment report, 2007, Working Group I Report "The Physical Science Basis")

- En gelişmiş iklim modelleri, bir dizi IPCC SRES senaryosu için küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında gelecek dönemlerde artışın süreceğini öngörmektedir (Şekil 4). Dünyada 2090–2099 dönemi ortalama yüzey sıcaklığının, 1980–1999 dönemi ortalamasına göre en iyimser senaryoda (B1) ortalama 1.8 °C (1.1 °C–2.9 °C) ve en kötümser senaryoda (A1F1) ortalama 4.0 °C (2.4 °C–6.4 °C) artacağı beklenmektedir. Burada öngörülen ısınma oranları, 20. yüzyılda gözlenenlerden daha büyüktür.



Şekil 4. Farklı IPCC-SRES senaryolarına göre sıcaklık öngörülerini.

(Kaynak: <http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/wg1-report-2007-02.pdf>)

- Yağışlarda, A1B senaryosuna göre yüksek enlemlerde azalma ve subtropikal karaların büyük bölümünde ise artış (2100 yılında %20 oranında) öngörülmektedir.

- Model tabanlı öngörülere göre, 21. yüzyılda küresel ortalama deniz seviyesi artışının 18–59 cm arasında olacaktır. Deniz seviyesinin 2090–2099 döneminde 1980–1999 dönemine göre, en iyimser senaryoda (B1) 18–38 cm, en kötümser senaryoda ise (A1F1) 26–59 cm arasında yükseleceği öngörülmektedir.

- Model simülasyonları, 21. yüzyılda öngörülen ısınmanın en fazla kara alanlarında, daha çok da yüksek kuzey enlemlerinde ve en az Güney Okyanus ile Kuzey Atlantik Okyanusu'nun bazı bölümlerinde olacağını göstermektedir.

- Daha çok sıcak ekstremler, sıcak dalgaları ve şiddetli yağışlar ve daha şiddetli tropikal fırtınalar beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

Anonymous (2007) - The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback). (<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-frontmatter.pdf>)

Demir İ (2003) Küresel Isınma ve Olası Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Semineri (Basılmamış) 30 sayfa.

IPCC (2007) Climate Change. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers.

Ipcc Fourth Assessment report, 2007, Working Group I Report "The Physical Science Basis"

[http://celebrating200years.noaa.gov/datasets/mauna/image3\\_650.jpg](http://celebrating200years.noaa.gov/datasets/mauna/image3_650.jpg)

<http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/wg1-report-2007-02.pdf>

Türkeş M (1997) 'Hava ve İklim Kavramları Üzerine'. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 355: 36–37, Ankara

Türkeş M, Sümer UM ve Çetiner G (1999). 'İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi', Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (7 Nisan 1999, Ankara), 52–66, Çevre Bakanlığı/ÇKÖK Gn. Md., Ankara.

Türkeş M (2000) 'Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri,' Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Çevre Bilimleri Anabilim Dalı), İklimsel ve Atmosferik Verilerin İklim Değişimleri Açısından Analizi dersi, Yayınlanmamış Ders Notları, 2000, Ankara.

Türkeş M (2002) Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey. In: The Mediterranean Climate- Variability and Trends, Proceedings of the RICAMARE Workshop on the Assessment, assimilation and validation of data for "Global Change"related research in the Mediterranean area, (Hans-Jürgen Bolle, ed.) Casablanca, 21–24 February 2001, Springer Verlag, Heidelberg.

Türkeş M, Sümer UM and Demir İ (2002) Re-evaluation of trends and changes mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929–1999. International Journal of Climatology; 22: 947–977.

Türkeş M (2003) 23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması: Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler Kitabı, 12–37, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.