

Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Cemal Seçkin AKSAY¹, Osman KETENOĞLU¹, Latif KURT¹

Özet: Bugüne kadar gözlenmiş olan küresel değişimler: Geçen yüzyıl süresince, sıcaklıkta 0,5 °C'lik bir artma, Deniz seviyesinde bu yüzyılın başından beri 20 cm' lik bir artma, Stratosfer sıcaklığında azalma, Orta enlemlerdeki yağış miktarında artma ve subtropik enlemlerdeki yağış miktarında azalma. Geçen 10 yıl süresince küresel ısınmada önemli bir ölçüde artış olmuştur. 2100 yılına kadar beklenen küresel değişimler: Sıcaklıkta 3 °C'lik bir artma, Deniz seviyesinde 70 cm'lik (30–110 cm) bir yükselme, Orta ve daha yüksek enlemlerde yer alan ormanların büyük miktarlarda yok olması, Tarımsal alanlarda ve dünya gıda üretiminde azalma, 2100 yılına kadar, tüm insan kaynaklı emisyonlar durdurulacak olsa bile, sıcaklıkta 1–2 °C'lik bir artış beklenilmektedir. CO₂ konsantrasyonunun 2 katına yükselmesinin 2.5 °C'lik(1.5–4.5°C) bir küresel ısınmaya sebep olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Sera Etkisi, Feed Back Mekanizmaları.

Global Warming and Climatic Change

Abstract: Global changes that have been determined from the past till now. The increase in temperature by 0,5 °C in the past century. The increase in sea level by 20 cm from the beginning of this century, The decrease in temperature on the stratosphere, The increase in rainfall on the sub-tropical latitudes. Global warming has increased seriously in the course of the past 10 years. Global changes that are expected till year 2100. 3 °C increase in temperature. 70cm(30-110cm) increase in sea level. Nearly all the jungles on the median and higher latitudes to disappear. Decrease in agricultural areas and the food production of the world. Even if human based emissions are being stopped till 2100. 1-2 °C increase in temperature is still expected. 2,5 °C (1,5–4,5 °C) global warming is expected by double increase of the concentration of CO₂

Key Words: Global Warming, Feed back mechanisms, climate changes, green house effect

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 06100/Tandoğan/Ankara, ketenogl@science.ankara.edu.tr

Giriş

İnsanlığın yerleşik düzene geçişinden sonra dünya iklimleri her ne kadar değişmiyor gibi görünse de geçmişten günümüze dek elde edilen bulgular böyle olmadığını göstermektedir. Dünyanın iklimi doğal nedenlerle değişeceği gibi günümüz antropojenik etkileri de buna büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Doğal İklim Değişikliği Nedenleri:

Dünyanın güneş çevresindeki yörüngesinin 95.000 yılda bir basıklaşması 100.000 yıl süren buzul çağlarını akla getirmektedir.

Dünya ekseninde 4000 yıllık periyodu olan doğal bir kayma ile 23.000 yıllık periyodu olan dairesel bir sapma olduğu saptanmıştır (Milankoviç, 1930).

Bazı bilim adamları kıta kaymaları sonucu okyanuslardaki akıntı sistemlerinin ve rüzgarların yönünün değişmesini iklim değişikliğinin nedenlerinden biri saymaktadır.

Yanardağ patlamalarında ki periyodik aşırılık, patlamayla yükselen tozlar güneş ışınlarının geçişini engelleyen bir tabaka oluşturur ve sıcaklık düşer.

1991'de Filipinler'de Pinatuba Yanardağı'nın patlamasıyla Dünya'nın ortalama sıcaklığı 1°C civarında düşmüştür.

Güneş lekeleri de dünyanın aldığı enerji miktarını etkilemektedir.

Dünyada yaşanan çeşitli buzul dönemlerinden sonra, bilim adamlarına göre dünya şu an soğuma eğiliminde olmalı ama son 150 yıllık gözlemler bir şeylerin ters gittiğini göstermektedir. 19. yüzyılın ortalarından 1940'lara kadar süren ısınma eğilimi 1960'ların sonlarına kadar duraksadı ve 0,25 °C'lik bir soğuma yaşandı. 1970'li yıllarda ısınma yeniden hız kazandı ve 1998 yılı son 1200 yıllık dönem içinde en sıcak yıl oldu.

Güney yarım küredeki Antartika kıtasının dünya iklimi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Dünya iklim sisteminin soğutucu birimi olup rüzgar modellerinin oluşumunu etkiler. Ayrıca okyanusla olan ilişkisi de son derece önemlidir. Antartika kıtası kalınlığı yer yer değişen(1,5-4,5 km) buzla kaplı olduğu için gelen güneş ışınlarının %80-85'ini geri yansıtır. Bu nedenle bu kıta bu kadar soğuktur.

Akıntı Sistemleri

Dünya iklimlerinin en önemli elemanlarından biride 'taşıyıcı bant' denilen okyanus akıntı sistemidir. Dünyadaki tüm ırmakların taşıdığı suyun 20 katını taşıyan bu akıntı sistemi İzlanda yakınlarında soğur ve dibe iner. Yön değiştiren akıntı güneye Afrikaya doğru iner. Antartika yakınında 2 kola ayrılır: Birisi Avusturalya'nın doğusunda pasifik okyanusunun kuzeyine uzanarak yol boyunca ısınır ve yüzeye çıkar. Daha sonra A.B.D.' nin batı kıyılarını izleyerek güneye iner ve Avusturalya'nın kuzeyinden geçer. Diğer kol hint okyanusunda bir çember çizer. Isınan ve yüzeyden akan sular Avusturalya'nın batısında diğer kola birleşir ve tek bir kol halinde Afrika'nın batısını takiben kuzeye ilerler. İzledikleri yol boyunca suları azalan akıntının tuz miktarı artmıştır, kuzeye ilerledikçe soğuyarak İzlanda yakınlarında dibe batar ve sirkülasyon tamamlanmış olur. Taşıyıcı bant okyanuslar arasında su ve ısı alışverişi sağlar. Bu sistemde pasifik ve hint okyanusunun sıcak suları atlantiğe taşınırken yüzeyden giden akıntının üzerinde hava ısınarak yakınından geçtiği karaların iklimini ılımanlaştırır. Örneğin kuzey batı Avrupa bu bant sayesinde 10 derece daha sıcak olur. Güney yarıkürede yaz mevsiminde antartikada eriyen buzların soğuk suları dibe çökerek taşıyıcı banta katılıp kuzeye yönelir.

Bundan dolayı antartika hem soğukluğu hemde taşıyıcı banta aktardığı soğuk sular nedeniyle dünya iklim sisteminin dengesi açısından son derece önemlidir.

Küresel Isınma

Küresel ısınma atmosferin dünya yüzeyine yakın kısımlarında ortalama dünya sıcaklığının doğal olarak ya da insan etkisiyle artması olarak tanımlanır.

Dünya yüzeyindeki sıcaklık başlıca 4 faktörle tayin edilir;

- Dünyanın aldığı güneş ışığı miktarı
- Dünyanın yansıttığı güneş ışığı miktarı
- Sıcaklığın atmosfer tarafından tutulması
- Su buharının evaporasyonu ve yoğunlaşması

Sera Etkisi

Güneşten gelen kısa dalgaboylu ışınların yeryüzüne çarptıktan sonra, uzun dalgaboylu ısı ışınları şeklinde atmosferdeki sera gazları tarafından tekrar yeryüzüne geri yansıtılmasıdır.

Sera etkisi büyük çoğunlukla atmosferik sudan kaynaklanır. Toplam sera etkisinin %85'ini su buharı,%12'sini atmosferdeki küçük su molekülleri oluşturur. Su kaynaklı sera etkisi dışında antropojenik kaynaklı gazlar da sera etkisine neden olmaktadır.

CO₂, CFC'ler, Metan, Azot oksitler ve Ozon son yıllarda atmosferde önemli ölçüde artmıştır.

Atmosferik Pencere

CO₂,CFC.,Metan, Azot oksitler ve ozon gibi gazlar yeryüzünden yansıyan kızılötesi ışınları absorbe ederler ve sıcaklık artışına neden olurlar.Doğal sera gazlarının çok iyi absorbe edemedikleri dalga boyundaki ışınlar atmosfere geri yansır,buna da; **atmosferik pencere** denir.

Atmosferik pencereler doğal sera gazlarının çok iyi tutamadığı(absorbe edemediği) dalga boyundaki atmosfere geri verilen radyasyonun uzaya geri döndüğü bölgelerdir ki buralarda antropojenik CFC'ler absorbe edilmiştir. Diğer bir ifade ile atmosferik pencere (8–12 µm) 10 µm dalga boyunda merkezlenmiştir ve CO₂ ile su buharı tarafından tutulmayıp atmosfere geri yansıyan bölgeyi gösterir. Bu bölgede CFC'ler absorbe edilmiştir. Bundan dolayı CFC'lerin sera etkisine çok büyük katkısı vardır.

Antropojenik Sera Gazları

	Nispi Katkı %	Yıllık Artış Oranı %
CFC	15–25	4–5
Metan	12–20	1
O ₃ (troposfer)	8	0,5
N ₂ O	5	0,2
Toplam	40–50	
CO ₂ 'nin katkısı	50–60	0,3–0,5

İz Gazları: (% olarak)	Katkı Oranı:	Emisyon Kaynakları:
CO ₂	%50	. Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlarının yakılması
CFC	%22	.Tropik ormanların yok edilmesi Sprey kutularındaki aerosoller . Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler . Özellikle elektronik. sanayiinde kullanılan temizleme maddeleri . "Aircondition" sistemleri
CH ₄	%14	. Sert ve yumuşak köpük üretimi . Pirinç tarlaları . İneklerin mideleri . Biyomasın yakılması . Çöp toplama alanları . Doğal gaz boru hatlarındaki kaçaklar
Ozon (*)	%7	. Kömür madenleri . Trafik . Termik santrallerdeki yanma olayları
N ₂ O	%4	. Tropikal ormanların yok olması . Tarımda suni gübre kullanılması

(*) Tropasferde artan NOx emisyonları nedeniyle oluşan

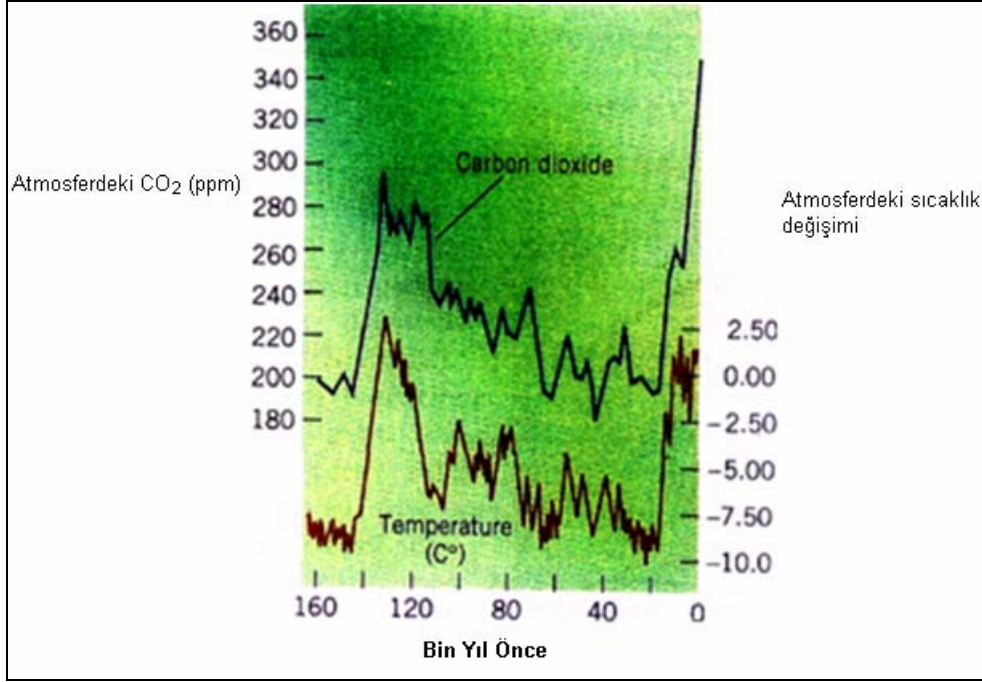
CO₂

Küresel ısınmada en çok dikkat çeken CO₂dir.Normal şartlarda CO₂ atmosferde 0/00,03 oranında bulunur.

Antropojenik sera etkisinin %50-60'ı bu gazdan kaynaklanmaktadır. Atmosferdeki CO₂'nin son yıllardaki değişimini anlayabilmek için dünya tarihine kabaca bakmamız gerekir.

Eski devirlere ait hava küçük atmosfer örnekleri olarak kabul edebileceğimiz hava kabarcıkları halinde buzullar içinde muhafaza edilmiş olabilir.

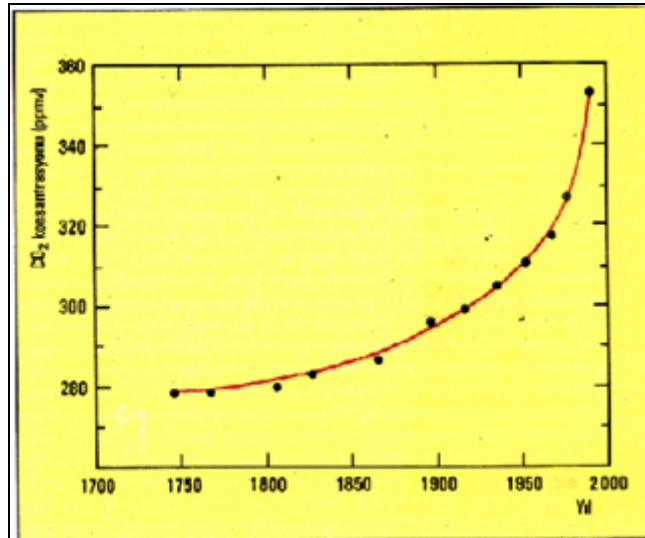
Antartik buzullarında böyle hava kabarcıkları içinde saklanmış olan CO₂' ölçümleri sanayii devriminden önceki 160.000 yıllık sürede atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun yaklaşık 200-300 ppm olduğunu göstermektedir. Günümüz dışında atmosferdeki en yüksek CO₂ seviyesine 125 bin yıl önceki buzullar arasında rastlanmıştır. Yaklaşık 130 yıl önce sanayi devriminin başlangıcında CO₂ konsantrasyonu önceki 700 yıl ile hemen hemen aynı seviyede yaklaşık olarak 280 ppm idi. 1860'lardaki sanayii devrimi ile birlikte CO₂ konsantrasyonunda artmaya başlamıştır.



Son yıllarda atmosferdeki CO₂ nin artış hızı her yıl %0.5 oranındadır. Eğer bu hızda artmaya devam ederse 140 yıl sonra konsantrasyon 2 katına çıkacaktır. 20. yy'ın ortasında öncesine ait veriler buzullar içinde kalan hava kabarcıklarının ölçümlerinden sağlanmıştır. Geri kalanı ise havai de ki mauno loa istasyonundan elde edilen ölçümlerdir. Bugün atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu yaklaşık 350 ppm'dir. Bu miktarın 2050 yılına kadar 450 ppm'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu oran Sanayii devri öncesinin 1,5 katından fazladır. Atmosferdeki CO₂ nin sürekli artışı fosil yakıtlarının kullanımı ve ormanların yok edilmesi gibi doğrudan doğruya antropojenik girdilerin sonucudur. Bununla beraber bu olay bu kadar basit olmayıp doğada kompleks bir karbon döngüsü mevcuttur.

Görünen o ki insan faaliyetleri sonucu verilen CO₂ atmosferde kalsaydı bu gazın bugünkü seviyesinden çok daha yüksek olması gerekirdi.

Bundan dolayı okyanuslarda tutulan ve karalarda tespit edilemeyen CO₂ olduğu anlaşılmaktadır. Atmosferik CO₂ miktarı C döngüleri ile dengelenmeye çalışılsa da artıştaki süreklilik yarattığı sera etkisiyle küresel ısınmaya neden olacaktır.



Antropojenik sera etkisinin yaklaşık %40-60' ının CO₂ den kaynaklandığını kabul edersek geri kalan sera gazlarının 0/040-50 etkiye sahip olduğu sonucuna varabiliriz.

Metan

Havadan hafif, renksiz, kokusuz bir gazdır. Atmosferde CO₂ nin 1/200'inden daha az bulunur. Metan moleküllerinin ısı tutma yeteneği CO₂ moleküllerinin 20 katıdır. Atmosferde kalış süresi 10 yıl kadardır. Atmosferdeki metan miktarı CO₂ gibi biyolojik süreçlerden etkilenmez. Günümüzdeki atmosferdeki metan oranı 18. yy.dakinin 2,5 katıdır. Metan 1991'e kadar atmosferde her yıl yaklaşık % 1 oranında artmaktadır ve sera etkisine katkısının %10-20 olduğu sanılmaktadır. Başlıca metan kaynakları Odunu parçalayan termitler, O₂ bakımından fakir ortamlarda bitkilerin parçalandığı tatlı su bataklıklarından bozulma ürünü metan gazı çıkışı, biyomasın yanması kömür ve doğal gaz üretimi, pirinç kültürü ve sığırcılık gibi zirai faaliyetlerdir.

1991 ve 1992'de atmosferik metan artışı durmuştur. Bunun sebebinin Rusya' daki doğal gaz sistemlerinde sızıntıların kontrol altına alınması gösterilmektedir.

CFC

CFC'ler soğutucu ve aerosol püskürtücü olarak sprey kutularında kullanılan son derece stabil bileşiklerdir. Birçok ülkede sprelerde artık kullanılmıyor olsa da dünya çapında bir yasaklama getirilmemiştir. Kasıtlı veya kasıtsız atmosfere CFC sızıntıları son yıllarda artmıştır. Bu artış yıllık %4 civarındadır. Atmosferik sera etkisinin yaklaşık %10-25 inin CFC lerden kaynaklandığı sanılmaktadır. CFC lerin neden olduğu potansiyel atmosferik ısınma oldukça fazladır. **Çünkü bu gazlar atmosferik pencerede absorbe edilir** ve her CFC molekülü bir CO₂ molekülünün absorbe ettiğinden Yüzlerce hatta binlerce kez daha fazla yeryüzünden yansıtılan kızılötesi ışınları absorbe eder. Dahası CFC ler son derece stabil olduklarından atmosferdeki kalış süreleri uzundur. Bu kimyasalların üretimi önümüzdeki birkaç yılda azaltılsa veya durdurulsa bile atmosferdeki konsantrasyonları uzun yıllar belki de bir yüzyıl içinde önemli olarak kalabilir.1987'de 24 ülke tarafından imzalanan uluslararası bir antlaşma olan **Montreal** protokolünde CFClerin üretiminin azaltılması ve sonradan kullanımdan kaldırılarak yerine başka kimyasalların geliştirilmesinin hızlandırılmasına karar verilmiştir. Antlaşma CFC'lerin 2000 yılına kadar kaldırılmasını öngörmektedir. Ancak bu konuda dünya ölçeğinde bir başarı elde edilememiştir.

Azot Oksitler

Azot oksitlerde atmosferde artmaktadır ve muhtemelen atmosferik sera etkisinin **%5'i N₂O** dan kaynaklanmaktadır. Azot oksitlerin antropojenik kaynakları tarımsal faaliyetler ve fosil yakıtlardır. Gübre ve fosil yakıt kullanımının azaltmak azot oksit emisyonunun yayılımını da azaltacaktır. Bununla beraber bu gaz stabil yapısı nedeniyle atmosferde uzun süre kalabilir kaynakları azaltılsa bile 10'larca yıl atmosferde kalabilecektir.

Ozon

Troposferdeki ozonda küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. **Stratosferdeki ozonun küresel ısınmada hiçbir rolü yoktur.** Özellikle kuzey yarımkürenin sanayileşmiş ülkelerinde troposferdeki ozon konsantrasyonu artış göstermektedir. Bu bölgelerdeki ozon miktarındaki artış yıllık % 1 den fazladır. Örneğin Almanya' da bugünkü konsantrasyonu yüzyılın başındaki konsantrasyonunun 3-4 katından fazladır. Diğer sera gazlarının aksine ozonun ömrü çok kısadır. Bu nedenle atmosferde düzgün bir dağılım göstermez. Bu gaz doğrudan doğruya insan etkilerine bağlı olarak atmosfere verilmeyip diğer insan kaynaklı emisyonların (Azot oksitler, hidrokarbonlar, karbonmonoksit vb.) kimyasal değişimlere uğramaları sonucu oluşmaktadır. Azot oksit konsantrasyonu yüksek ve UV ışınları kuvvetli olduğu zaman karbonmonoksit ve hidrokarbonların kimyasal reaksiyonu sonucu oluşur.

Feedback Mekanizmaları

Sera etkisi oldukça kompleks bir olaydır. Isınma etkisi sıcaklık artışını dengeleyen veya daha da arttıran negatif ve pozitif feedback (geri bildirim) mekanizmalarını başlatır.

Negatif feedback kendi kendini düzenleyici (self regulating) olup ısınmaya karşı tepki olarak küresel soğumaya neden olur.

Pozitif feedback ise kendi kendini arttırıcı (self enhancing) olup bu düzensiz durum sıcaklıkta daha da artışa neden olan küresel ısınmada artışa neden olur.

A) Negatif feedback oldukça karışıktır.

1-Küresel ısınma meydana geldiğinde ısınan okyanuslarda alg populasyonu artacak, algler atmosferden daha fazla CO₂ emerek Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunu azaltacak ve soğumaya neden olacaktır.

2- CO₂ konsantrasyonunda ki artış bitki büyümesini uyaracak ve vejetasyondaki artış atmosferden daha çok CO₂ absorbe edilmesini sağlayacak ve soğumaya neden olacaktır

3-Küresel ısınma arttıkça okyanuslardan daha çok su buharlaşacak ve atmosferde daha çok su buharı bulunacağından daha çok bulutlanma olacaktır.

Bulutlar dünyaya ulaşan güneş enerjisini geri yansıtıklarından artan bulut örtüsü nedeniyle yeryüzü soğuyacaktır.

B) Pozitif feedback

4- Isınan yeryüzü okyanuslardan buharlaşan suyun artmasına neden olur. Bu da atmosfere daha fazla suyun ilavesini sağlar. Su buharı bu kez ısınmaya neden olur. Zira su buharı önemli bir sera gazıdır.

5- Yeryüzünün ısınması yüksek enlemlerde sürekli don olan alanlarda don tabakasının erimesini arttırır. Bu da erimeye başlayan donmuş tabakadaki organik maddenin bozunması sonucu açığa çıkan metan gazının çıkışına neden olur.

6- Isınmanın diğer bir etkisi de yazın kar öbeklerinin azalmasıdır ki bu durumda dünyadan geri yansıyan güneş enerjisinin miktarı azalır dolayısıyla yeryüzünde tutulmuştur.

7 -İnsanların şehir ortamlarında fosil yakıt kullanarak atmosfere CO₂ eklemeleri de küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Hem pozitif hem de negatif feedback işlemleri atmosferde aynı anda meydana gelir.

Eğer dünya atmosferi sıcaklığı tutmasaydı gezegenimiz yüzeyinde sıcaklık yaklaşık 33 derece daha soğuk olacaktı ve bütün su donmuş olacaktı.

Bununla birlikte su buharı atmosferdeki başlıca sera gazı olduğu için sera etkisi yoksa atmosferde su buharı da yok anlamı doğar.

Uzaydan bakıldığında dünyanın yaydığı enerjinin dalga boyuyla -18 derecedeki bir cismin yaydığı enerjinin dalga boylarının aynı olduğu görülür.

Halbuki dünyanın ortalama yüzey sıcaklığı 15 derecedir. Bu durum sıcaklığın yeryüzüyle atmosferin alt tabakaları arasında tutulduğunu gösterir. Su buharının küresel ısınmayla ilgili olarak hem pozitif hem de negatif feedbackteki ikili rolü antropojenik sera etkisinin yarattığı muhtemel iklim değişikliğini anlamamızda son derece önemlidir.

Küresel Isınmayı Gösteren Kaynaklar

- Jeolojik kayıtlar
- Buzulların hacminde azalma
- Denizlerin yükselmesi
- Göllerdeki su sıcaklığının artışı
- Güncel ölçümler
- Matematiksel modeller
- Aerosoller

Jeolojik Kayıtlar

Sel altında kalan ovalarda, bataklıklarda ve göl ya da okyanus diplerinde birikmiş olan sedimanlar bir tarih kitabının sayfalarıyla analogdurlar. İskelet materyali, deniz kabukları, polen, odun, yaprak gibi diğer bitki kısımlarına ait parçacıklar sedimanlarda birikmiş olabilirler ve dünya tarihiyle ilgili son derece önemli ipuçları verirler.

Ayrıca organik maddeler geçmişteki değişiklikleri tespit edebilmek için geçmişe ait ipuçları verirler. Böylece hem sedimanlar hem de organik madde geçmişteki iklim hakkında **nerede ne yaşandı, ne gibi değişiklikler oldu** şeklinde değerlendirme yapmak için kullanılabilir.

Jeolojik kayıtların en ilginçlerinden biri buzulların incelenmesidir. Karın buz haline geçişi yeniden kristalleşme ve buz yoğunluğunda artış şeklinde gerçekleşir bu işlem esnasında buz içinde hava kabarcıklarının kalmasına neden olur. Bundan dolayı buzullar geçmişteki atmosfer hakkında bilgi edinmek üzere analizlenebilecek bir zaman kapsülüdür.

Buzulların Hacminde Azalma

20. yy' da Afrika'daki Klimanjero dağı buzul kütesinin yaklaşık $\frac{3}{4}$ ünü kaybetmiştir. Kafkaslardaki buzulların kütesi yarıya inmiştir. Çin-Rus sınırında Tiyen-Şan dağlarındaki buzullar son 40 yılda %20 küçülmüştür. Yeni Zelanda' daki buzullar 20 yılda kütlelerinin $\frac{1}{4}$ ünü yitirmişlerdir. İspanyada 1980'de 27 olan buzul sayısı bugün 13 e düşmüştür. Peru'da Ant dağlarında Kori kalis buzulu 1963–1978 yıllarında yılda 4m. kadar geri çekilirken 1995 te bu geri çekilme hızı 30 m'ye ulaşmıştır.

Denizlerin Yükselmesi

20. yy'da denizler 10-25 cm yükselmiş ve her yıl 2 mm yükselmektedir. Ancak bunun 0.2 ile 0.6 mm'si okyanusların kendi ısıl genişlemelerinden kaynaklanmaktadır. Geri kalan kısmının ise buzulların erimesinden kaynaklandığı hesaplanmaktadır.

Göllerdeki Su Sıcaklığının Artışı

Sıcaklık artışı göllerde yaşayan organizmaların yaşamını güçleştirmektedir.

Güncel Ölçümler

Dünya sıcaklığındaki artışı en belirgin olarak gösteren yaklaşık 140 yıldır dünyanın birçok yerinde tutulan atmosfer sıcaklık ölçüm kayıtlarıdır. Bu kayıtlar incelendiğinde 1860-2000 yılları arasında küresel sıcaklığın yaklaşık 0.5,0.7 C artmış olduğu görülmektedir. Sayısal olarak küçük gibi görünen bu sıcaklık değişimleri iklim kuşakları, doğal yaşam alanları ve insanların toplumsal yaşamları üzerinde gerçekte büyük etkisi vardır.

• Atmosferdeki gaz, partikül, kimyasallar ve bunların değişimleri ölçülerek güncel atmosferik veriler toplanabilir. Aynı şekilde okyanus sularının sıcaklık, kompozisyon ve kimyasal bileşimini ölçmek suretiyle denizel çevrelerdeki potansiyel değişimler tespit edilebilir. Bütün bu değerler

küresel iklim değişikliklerinin yorumlanmasına kaynak teşkil eder.

Aerosoller

Atmosferde aerosol emisyonu sanayii devrimini sonu hızla artmıştır. Aerosol çapı 10 mikrometreden az olan partiküllerdir. Bu partiküller uzun süre atmosferde kalabilirler.

Daha ağır partiküller yerçekimi nedeniyle hızla aşağı düşerler. Son araştırmalara göre kömür kaynaklı aerosoller(sülfatlar) bulut oluşumuna çekirdek teşkil etmelerinden dolayı küresel soğumaya katkıda bulunmaktadır. Aerosol partiküller suyun yoğunlaşması için yüzey teşkil eder ve bulutların oluşmasına neden olarak güneşten gelen ışınları yansıtırlar. Volkanik patlamalardan atmosfere yayılan kül ve partiküller uzun süre atmosferde kalabilirler buda sülfür dioksit partiküllerinin dünyaya gelen güneş ışınlarını dağıtması nedeniyle küresel iklimde soğumaya neden olacaktır. Böylelikle volkanik patlamanın etkisi antropojenik sera etkisinin yarattığı küresel ısınmayı gölgeleyebilir. El nino gibi periyodik kasırgalar küresel ısınmayı atmosfere sıcaklık pompalayarak etkileyebilir.

Matematiksel Modeller

Doğal olaylar arasında matematiksel bağlantı kurarak geçmişe ait değerler elde edilebilir. Bunlar arasında en çok dikkat çeken model Global Circulation Modelleridir(GCM)(Küresel Sirkülasyon Modelleri). GCM'lerde kullanılan değişkenler sıcaklık, nispi nem ve rüzgar koşullarıdır.

Bu değişkenler için değerler odun halkalarından elde edilebilir. GCM'lerde hesaplama yapmak için gerekli verileri organize etmek için dünya yüzeyi enlem ve boylamlara göre büyük hücrelere ayrılır. Bu bölümlere ait verilerin matematiksel değerlendirilmesi oldukça kompleks olduğu için süper bilgisayarlara ihtiyaç vardır.

Küresel Isınmanın Potansiyel Etkileri

I. İklim tiplerinde değişiklik

a. Sanayi devriminde sonra atmosferde CO₂'nin iki katına çıkışı 2030 yılına kadar muhtemel iklimsel değişikliklerinin olacağını işaret etmektedir. İlk göze çarpan değişim sıcaklıktaki artışlar olacaktır. Küresel ısınma şiddetli fırtınaların sıklık ve şiddetini değiştirecektir. Bu ısınan okyanus sularının üzerlerindeki hava kütleleri ısıtılmaları şeklinde gerçekleşecektir.

b. İkincisi, buna bağlı olarak yağış rejimleri, toprak nemi ve tarımsal üretimi ilgilendiren diğer iklimsel faktörlerde değişim meydana gelecektir.

II. Deniz seviyesinde yükselme:

Çeşitli modellerle önümüzdeki yüzyılda deniz seviyesinin 20 cm ile 40 cm (20cm-2m) arasına da yükselebileceği ihtimalini göstermektedir.

Bu iki şekilde gerçekleşir;

a. Isınan okyanus sularının termal genişmesi

b. Buzul erimesi

Eğer küresel ısınmanın sera gazlarının emisyonundan meydana geldiği hipotezi kabul edilirse, bu gazların azaltılması yoluna gidilmeli bu birinci derecede önemli bir strateji olmalıdır. Eğer küresel ısınma ve onun doğuracağı değişimler azaltılacaksa, küresel CO₂'nin küresel emisyonunun %20-50 azaltılması gerektiği hesaplanmaktadır.

Antropojenik CO₂ emisyonunun yaklaşık % 70'i fosil yakıtların kullanımıyla ilgili olduğuna göre, enerjinin korunması, yeterliliği ve alternatif enerji kaynakları ile (güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi) ilgili enerji planlaması yapılması bu emisyonu azaltacaktır. Atmosfere CO₂ emisyonunu azaltmak için düşünülebilecek diğer fikir ve politikalar; fosil yakıt vergisini arttırmak, toplu taşımacılığı teşvik etmek, otomobil kullanımını azaltmak, yeterli enerji gerektiren(daha az enerji gerektiren) teknolojileri kullanmak, bina, araç ve aletlerde yüksek yakıt ekonomisi sağlayan standartlar seçilmelidir.

•Bir diğer önemli CO₂ emisyonu kaynağı ormanların yok edilmesidir. Tarım alanları açmak amacıyla ormanların yakılması atmosferdeki antropojenik karbon emisyonunun yaklaşık

%20'sinden sorumludur. Orman yangınlarını en aza indirmek, ormanları korumak, dolayısıyla yeniden ormanlaştırmak potansiyel küresel ısınma tehdidini azaltacaktır.

•Küresel ısınma dünyada her bölgede aynı derecede olmayacaktır. Sıcaklık artışının yüksek enlemlerde özellikle kutuplarda daha şiddetli hissedilmesi beklenmektedir. Buralarda sıcaklık artışının dünya ortalamasının 2 kat olacağı tahmin edilmekte, dünya ortalama sıcaklığı 3,5 °C artarsa kutup bölgelerinde artışın 7°C olacağı beklenmektedir. Bu durum kutuplarda ve dağlardaki buzların erimesini de beraber getirecektir. Bu ise deniz seviyesinde yükselmelere neden olacaktır.

•Yapılan hesaplara göre 3-4°C'lik bir sıcaklık artışı 2050 yılında denizlerde 35 cm'ye kadar yükselme meydana gelecektir. Bu ise kıyı şeritlerinin değişmesine ve kıyı ülkelerinin toprak kaybetmesine sebep olacaktır. Örneğin; 2100 yılında doğru deniz seviyesinde 60 cm'lik bir yükselme ABD' de toprak kaybının 25.000 km'ye ulaşacağı, büyük bir bölümü alçak deltalardan oluşan Bangladeş topraklarının % 10' unu yitireceği belirtilmektedir.

•Deniz seviyesinin yükselmesi toprak kaybının yanında ayrıca kıyıya yakın temiz su kaynaklarının denizle birleşmesine neden olacaktır.

•Sıcaklık artışı orta enlemlerde ve ekvator da kutuplardakinden daha farklı olacaktır. Örneğin; Ekvator da dünya ortalamasının daha altında kalacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklık artışı daha çok kışları ve geceleri gerçekleşecektir. Yazla-kış, Geceyle-gündüz arasındaki sıcaklık farkının azalması rüzgarların sıklık, şiddet ve yönlerini değiştirecektir.

• Sıcaklık artışı insan sağlığı üzerinde etkili olacaktır. Ayrıca böcek yumurtalarının ölmesini sağlayan gece ve kış soğuklarının hafiflemesi önemli bir sorun olacaktır. Örneğin; Sıtma taşıyan sivrisinekler 17°C'nin altında ancak 1-2 gün yaşayabilir. 5°C'lik bir küresel ısınma bunların doğal yaşam alanlarının genişletecek ve her yıl fazladan 1 milyon kişinin sıtmadan ölmesine neden olacaktır.

• • Ayrıca bazı bölgelerde kurak dönemlerin ardından gelen aşırı yağışların virüs mutasyonlarını hızlandıracaktır. Bu nedenle sadece sıtma değil, bugün kuzey enlemlerde az rastlanan bazı hastalıklara daha sık rastlanacaktır.

• • • Küresel ısınma aynı zamanda deniz suyu sıcaklığını da arttırarak taşıyıcı bant üzerinde etkili olacaktır. Eğer bu ısınma taşıyıcı bantın alttan ve üstten giden akıntıları arasındaki sıcaklık farkını azaltılsa ve bu sırada fazla yağış nedeniyle okyanusların tuzluluk oranı düşerse bu akıntı sistemi durabilir. Okyanus tortulları üzerinde yapılan araştırmalar geçmişte bu akıntının birkaç kez durdurduğunu ortaya koymuştur. Bugün böyle bir duraksama kuzey Avrupa ikliminde bir soğumaya neden olabilir. Örneklerden anlaşıldığı gibi küresel ısınmanın etkisi her yerde aynı olmayacağından iklim kuşaklarında, yaşam ortamlarında kaymalar meydana getireceği beklenmektedir.

Küresel Isınmayla Dünyayı Biyolojik açıdan Neler Bekliyor:

Biyolojik çeşitlilik hızlı iklim değişimi tarafından tehdit edilmektedir.

Gelecek 100 yıl içinde 1–3.5 °C ısınma orta enlemlerin 150–550 km Kutuplara doğru hareket etmesine neden olacaktır. Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonunun yeni şartlara cevabı değişecektir. Türlerin pek çoğu yeni şartlara yeterince hızlı uyum sağlayamayıp yok olacaktır.

Tüm bu değişimler çok kısa sürelerde yaşandığı için canlıların bu hızlı değişime ayak uydurmaları mümkün değildir.

Canlılar binlerce hatta milyonlarca ifade edilen süreçlerde meydana gelen değişimlere ayak uydurabilirler. 100 lü yıllarla ifade edilen kısa süreçlerde meydana gelen değişimler canlı türlerinin yok olmasına neden olur.

"Küresel ısınma 2050'ye kadar bitki ve hayvan türlerinin dörtte birini ya da 1 milyondan fazlasını yok edecek".

65 milyon yıl önce dinazorların dünyada silinmesinden sonra yaşanacak en kötü "türsel tükenme" olacağını söylemek sanırım abartı olmayacaktır.

Dünyadaki kuş türlerinin 8'de 1'ini oluşturan 1211 kuş türü toptan yok olma tehdidiyle karşı karşıya.

Sadece İngiltere'de son 25 yılda 22 milyon çift kuşun, 17 milyon çifti yok oldu. Avrupa Çevre Ajansı'nın raporuna göre, iklim değişikliğinin Avrupa'daki etkileri şöyle: 1980'li yıllarda yaşanan felaketler sel, fırtına, sıcak dalgası ve kuraklık iken, 1990'lı yıllarda iklim bağlantılı afetlerin sayısı ikiye katlandı. 2003'te ekolojik felaketlerin ekonomik kaybı 11 milyar dolara yükseldi.

Türkiye felaketin neresinde?

Büyük bir kısmı Yarı-Kurak bir iklimin etkisi altında olan Türkiye Küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkelerin başında geliyor.

Bunun en önemli sebebi bizim hemen güneyimizde bir ÇÖL KUŞAĞININ bulunması ve ısınmayla birlikte bu kuşağın kuzeye doğru ilerlemesi.

Sıcaklıkta meydana gelecek 1-3,5 0C ısınma orta enlemlerin 150-550 km Kutuplara doğru hareket etmesine neden olacaktır.

Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı ve kompozisyonunun yeni şartlara cevabı değişecektir. Türlerin pek çoğu yeni şartlara yeterince hızlı uyum sağlayamayıp yok olacaktır.

Buda bizi bir Çölleşme ile karşı karşıya bırakacaktır.

Türkiye bulunduğu ekolojik kuşak itibarıyla şayet gerekli önlemler alınmazsa her an **Çölleşebilecek** bir yapıya sahiptir.

1960'lı yıllarda KONYA-KARAPINARDA meydana gelen ÇÖLLEŞME Türkiye'nin ekolojik olarak ne kadar hassas olduğunu göstermiştir.

"Küresel ısınma tehdidi birçok ürünün yetişememesi, zaten zor durumda olan tarım sektörünün bir başka darboğaza gireceği anlamına geliyor.

Gelişmiş ülkeler küresel ısınma yüzünden meydana gelecek zararları en azından maddi olarak karşılama hazırlığı içindeyken, Türkiye'de bunun sektörel bir kriz olacağını öngörmek çok zor değil.

Özellikle topraktaki nem oranının düşmesi, yüzde 29 oranında bulunan ekilebilen topraklarımızı daha da azaltacak.

Türkiye, 2003 yılında Avrupa ile beraber en sıcak yazlarından birini yaşamıştır ve bu devam ederek önümüzdeki yıllarda artarak devam edecektir.

Ani hava değişimleri, uçlarda gezen sıcaklıklar giderek günlük hayatımızın bir parçası olacak."

"Hükümetler Arası İklim Değişim Paneli (IPCC) Küresel İklim Modelleri ile yapılan projeksiyonlara göre,

*2030 yılında Türkiye'nin büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisine girecek.

*Türkiye'deki sıcaklıklar kışın 2 derece, yazın ise 2 ila 3 derece arasında bir değerde artacak.

*Yağışlar kışın yüzde 10'luk bir artış gösterirken yaz mevsiminde yüzde 5 ile 15 azalacak.

*Ayrıca yazın toprak neminin de yüzde 15 ile 25 arasında bir değerde azalacağı tahmin ediliyor.

*Akdeniz havzasındaki su seviyesinde 2030 yılına kadar 18 cm - 12 cm'lik, 2050 yılına kadar 38 cm - 14 cm'lik ve 2100 yılına kadar 65 - 35 cm'lik bir yükselme görülecek."

Hükümetler Arası İklim Değişimi Paneli'ne (IPCC) göre

1990'da Türkiye'de yılda kişi başına düşen su miktarı 3 bin 70 metreküp. Fakat bu suyun büyük bir kısmı, ihtiyaç olan yerlerde değil.

İklim şartlarının değişmeyeceğini kabul etsek bile, sadece nüfus artışı nedeniyle 2050'de Türkiye'de bu miktar 1240 metreküp olacaktır.

Artan nüfus ve küresel iklim değişimi sonucu daha kurak bir iklime sahip olacağımız göz önüne alındığında 2050'de Türkiye'de bir yılda kişi başına düşen su miktarı 700 ila 1910 metreküp arasında olacak. Yani su fakiri bir ülke olacağız.

Dünyada ki birçok ülke, gelecekte küresel iklim değişikliklerinin su kaynaklarına, tarımsal potansiyeline, ekonomik ve sosyal etkilerinin neler olacağı konusunda araştırmalar yapmaktadır.

Ülkemizde yapılması gereken küresel olarak yapılan büyük ölçekteki iklim değişimi ile ilgili tahminlerin bölgesel baza daha küçük ölçeğe indirilmesini sağlamak ve ülkemiz için olası iklim değişimi tahminlerini ortaya koymaktır.

Bu iklim değişiklikleri tahminlerine göre, ülkemiz su kaynaklarının, tarımının ve ormanlarının, genel olarak ekosistemin bundan olası etkilenme derecelerini araştırmak, tespit etmek, çözüm önerileri ortaya koymak ve karar vereceklere bu bilgi desteğini sağlamaktır. Bu çalışmalar gelecekte ülkemizin su ve tarım politikasına yön verecek önemli çalışmalardır.

Ülkemiz iklimsel bakımdan Yarı-Kurak zonda yer alırken, su havzası itibarıyla ağırlıklı Akdeniz coğrafyası içinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle, ülke ölçeğindeki etkileri incelerken, konuyu Akdeniz havzası genelinde ele almakta fayda görülmüştür.

Akdeniz bölgesinde yağışlı dönemle kurak dönemler arasındaki farklar oldukça fazladır. Hem yıl içinde ve hem de yıllararası dönemlerde oldukça düzensiz bir dağılım gösteren şiddetli yağışlar, yıkıcı taşkınlara neden olabilmektedir. Akdeniz kıyı bölgesi nehir havzalarında bu şiddetli yağışların neden olduğu taşkınlar sıklıkla görülen ve ekonomik açıdan en çok zarar veren doğal afetlerdendir.

Ayrıca, pik akışın ortalama yıllık akışa oranı şeklinde ifade edilen taşkın katsayısı Akdeniz kıyı şeridinde daha yüksektir.

Bunun sonucunda, Akdeniz kıyı şeridinde, "flash flood" olarak adlandırılan seller oldukça sık yaşanan olaylar olarak kabul edilmiştir.

Bölgesel ölçekte gerçekleşmesi öngörülen değişiklikler ışığında, IPCC raporlarından yararlanarak, küresel iklim değişiminin ülkemizdeki olası etkilerini aşağıdaki gibi sırlamak mümkündür:

- Ortalama iklim koşullarında, yağışlarda kışın küçük artışa rağmen, yaz yağışında büyük bir azalma ile birlikte bu aylarda buharlaşma artacak.

- Yağışların mevsimsel dağılımı ve şiddeti değişecek.

- Halen proje çalışmalarında 1500 m olarak kabul edilen ortalama kar sınırı yerine daha gerçekçi bir rakam belirlenmeye çalışılacak.

Bu bağlamda, 1987'den beri zaten ortalamanın altında gerçekleşen kar örtüsü daha da azalacak.

- Akımların sadece miktarı azalmayacak, aynı zamanda pik zamanları da değişecek.

- Kuraklığın sıklığı ve şiddeti artarken, taşkınların verdiği kayıplar daha büyük olacak.

- Mevcut su kaynaklarının gereksinim duyulan su miktarını karşılayamaması nedeniyle ortaya çıkan, su baskısı (water stress), hem ulusal ve hem de bölgesel düzeyde artacaktır.

- Ülkemiz, yakın gelecekte su baskısının yoğun olarak yaşanacağı bir ülke olmaya adaydır.

- Su temin sistemlerinde "belirsizlikler" yaşanacağından, yatırım projelerinin maliyeti artacaktır.

- İklim değişikliğinden dolayı ortaya çıkabilecek belirsizlikten dolayı, rezervuarların önemi giderek artacaktır.

Ancak, depolama tesislerinin planlanmasında, belirsizlik koşullarında planlama yapılmasına giderek daha çok gereksinim duyulması kaçınılmaz bir sonuç olarak beklenmektedir. Bu gereksinim, diğer yandan, araştırma, yönetim ve politika alanlarda çalışanların arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin geliştirilmesi sonucunu beraberinde getirecektir.

- Ülkemiz de henüz yeterince kullanılmayan sentetik yoldan üretilmiş verilerin kullanımı yaygınlaşacaktır.

- Suyu olana talebin azaltılması amacıyla, suyun gerçekçi olarak fiyatlandırılmasına her zamankinden daha fazla gereksinim duyulacaktır.

Kaynaklar:

- [1] Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi
- [2] Bullock, M.A., Grinspoon, D.H., "The Recen Evolution of Climate on Venus", karus,150
- [3] Epstein, P.R., "Is Global warming Harmful to health?", Scientitifik American, Ağustos 2000
- [4] <http://www.panda.org/climate>
- [5] <http://www.globalisssues.org/Envissues/GlobalWarming/Kyoto.asp>
- [6] <http://www.esa.sdsc.edu/climate.htm>
- [7] Wigley, T.M.L., Raper, S.C.B., "Interpretation of High Projections for Global-Mean Warming" Science, Temmuz 2001
- [8] <http://www.climatehotmap.org/>
- [9] http://www.ucsusa.org/global_environment/global_warming/index.cfm
- [10] <http://www.nrdc.org/globalWarming/default.asp>
- [11] <http://www.newscientist.com/channel/earth/climate-change/>
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming
- [13] <http://www.sierraclub.org/globalwarming/>
- [14] <http://www4.nationalacademies.org/onpi/webextra.nsf/web/climate>

