

# KÜRESEL ISINMAYA JEO-BİYOLOJİK BİR BAKIŞ

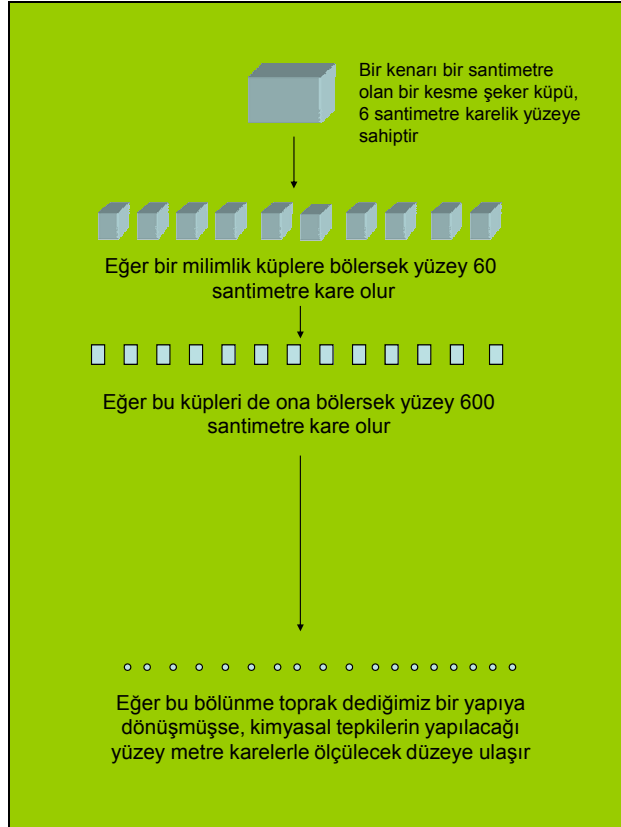
Prof. Dr. Ali Demirsoy

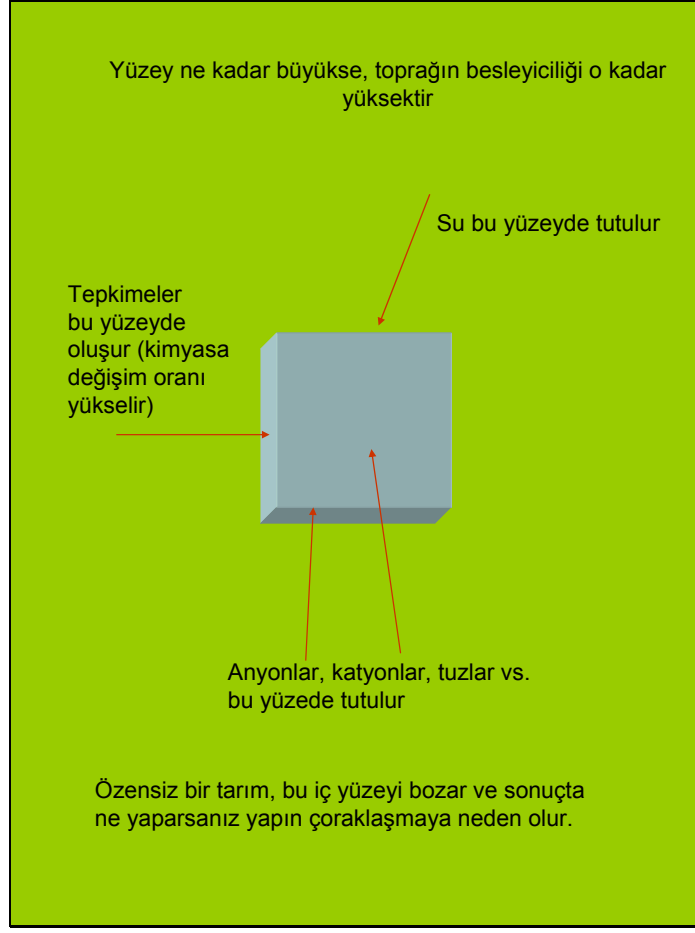
Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Beytepe/ANKARA

## DÜNYANIN ÇOK DİLE GETİRİLMİYEN İKİ ÖZELLİĞİ

Dünya güneş sistemindeki diğer uydulardan çeşitli özellikler bakımından birçok farklılık gösterdiği bilinmektedir. Ancak, iki özelliği, birçok çevrede hiç dile getirilmez ve daha doğrusu bilinmez. Bunlar, dünyadaki kil ve birikmiş kalker depolarıdır. Bildiğimiz kadarıyla, kalker ve kil deposu olan herhangi bir gök cismi bilinmiyor. Pekâlâ, kil ve kalkerin bulunmasının nedeni ve böyle bir oluşumun taşıdığı önem nedir? Bunu bir biyolojik gözle incelemeye çalışalım.

**Kil:** Kil, milyonlarca yıl boyunca, hareket halindeki suyun, kayalar üzerinde oluşturduğu aşındırma ve olabilecek en küçük boyutlara ayırma işlemidir. Böyle bir işlem hemen tüm işlevleri yüzey tepkisine dayalı olan canlılara, küçük bir alanda özellikle bitkisel canlılara büyük miktarlarda tepki yapabilmeye olanağını sağlar ve toprağın ana unsurunu oluşturur. Onsu verimli bir yaşam düşünülemez.





**Kalkerli kayaçlar:** Ancak ikincisi, aslı kalsiyum karbonat bileşiminde olan kalker depolarıdır. Bu, dünyayı yaşanabilir kılan en önemli unsur olarak gündemimize girmiştir. Burada kalker depolarının evrimsel değişimine kısaca değinmek istiyorum (kişisel yorum). Dünya jeoloji tarihine bakarsak, dünyanın başlangıcında sıcaklığın yüksek olduğu ve biyomerlerin (canlılığı oluşturacak moleküllerin) bozulmadan kalabileceği ortamların henüz oluşmadığını değişik bulgularla biliyoruz. Bu dönemlerde atmosferdeki karbondioksit miktarının bugünküyle kıyaslanamayacak kadar yoğun olduğunu da biliyoruz. Genel kabul, su buharının da yoğun olduğu bu dönemde, atmosfer yoğunluğunun bugünküne kıyasla neredeyse, 90 katı kadar fazla olduğu yönündedir. Böyle bir yoğunluk, yeterince soğumamış bir dünyayı, güçlü bir sera etkisiyle daha da sıcak tutmaya yaramıştır<sup>1</sup>.

Belirli bir süre sonra canlı evriminin belirli bir hattını oluşturan ve denizlerin altında zamanla evrimleşen çeşitli yapılarıdaki alglerin ve daha sonra bir hücreli canlıların, vücutlarında ya da kabuklarında, ortamdaki karbondioksiti kalsiyum karbonat halinde bağlayarak, ortamdaki çekmesiyle atmosferdeki yoğun karbondioksit düşürülmeye ve sera

etkisi böylece dolayısıyla azaltılmasıyla başlamıştır. Dünya, kalkerin depolanmasıyla, özellikle güneş kaynaklı ısı enerjisini, tutamarak uzaya soğurma özelliğini kazanmıştır. Bu yargıyı güçlendirmek için önümüzde iki önemli obje var: Mars ve Venüs.

Mars, atmosfer yoğunluğu ve özellikle de karbondioksit yoğunluğu çok düşük olan bir gezegen olduğu için, sıcaklık bugünkü canlıların sağlıklı yaşayamayacağı kadar düşük ve dar zaman aralığında değişkendir (gece ile gündüz arasında neredeyse 80-100 derece). Buna karşın, Venüs'teki karbondioksit miktarı dünyadakinden 90 kat az olmasına karşın, bugünkü dünya atmosferinden yaklaşık 90 kat daha yoğundur ve önemli miktarlarda karbondioksit içermektedir. Böylece güçlü sera etkisi Venüs'ün yüzeyinin sıcaklığını yaklaşık 380 dereceye (bu sıcaklıkta kurşun erir) ulaştırır. Bildiğimiz hiçbir biyomer bu sıcaklıkta bozulmadan kalmaz. Her iki gezegendeki karbondioksit miktarının dünyadakine göre çok az olmasının nedeni büyük bir olasılıkla karbondioksiti depo edecek kalkerli bileşiklerin oluşmayıp, karbondioksit zaman zaman uzaya kaçmasına engel olamamasından kaynaklanmıştır.

Halbuki dünyadaki karbondioksit miktarı (depolanmışlar da dâhil) Venüs'ün tam 90 katıdır. Yani esas ısınacak-yanacak gezegen dünyadır.

### **Kalkerli kayaçların oluşumunda canlıların etkisi**

İşte bu aşamada, karbondioksit bağlayan canlıların evrimsel önemi ortaya çıkmaktadır. Dünyadaki çok yoğun karbondioksit, bu canlılar tarafından karbonatlar halinde bağlanarak, kavrıkları ve vücutlarının değişik yapıları ile özellikle denizlerin dibine yığılıp, yüzlerce ve binlerce metre kalınlığında karbonat yataklarını ya da katmanlarını ya da sedimanlarını oluşturmuşlardır. Bugün, Türkiye'yi bir uçtan öbür uca kat eden Toroslar, Munzurlar ve çok sayıda tektonik yapıda olmayan dağ oluşumları, özellikle ikinci zaman, yani Mezozoyik bir hücrelerinin oluşturduğu yığıntıların ta kendisidir.

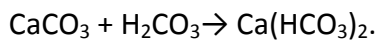
Özellikle bugün uzunlukları 2500 km kadar olabilen mercan resifleri bu düzenlemenin en etkili aktörleridir. Bunlar dünyanın karbondioksiti depoladığı daha doğrusu gem vurduğu olağanüstü birikimlerdir. Daha küçük ölçeklerde olsa da karasal ortamlarda, daha doğrusu limnik (tatlısu) ortamlarda da bu birikimlerin olduğu bilinmektedir. Nitekim Anadolu'yu gezerken özellikle çoğu Miyosen çökeli olan beyaz ve gri renkli sedimenler de bu nitelikli yığıntılardır. Çoğunluğu karbondan ya da karbonatlı bileşiklerden oluşan karasal canlıların

vücut kitleleri de şu ya da bu şekilde jeolojik katmanlarda depolanarak (fosilleşerek) karbonu bir çeşit etkisiz hale getirmişlerdir.

Şu anda kronolojik sırasını ya da gücünü tam olarak veremeyeceğim; ancak jeolojik zaman süreçlerinde bu karbonat katmanlarının birikiminin hızlandığı ve zayıfladığı dönemlerin olduğu ve çökellerin birikme değişimine dünyanın küresel ısınmasındaki değişikliklerin eşlik ettiği birçok tespit bililmektedir. Keza bu çökelleri oluşturan canlıların da jeolojik dönemlere göre nasıl farklılaştığı makro ve mikro paleontolojinin temel konusudur. Özetlersek, dünyadaki ısının kontrolü, birçoğumuzun zannettiği gibi, esas olarak güneşten gelen ısının zaman içerisindeki değişimiyle değil, dünya üzerindeki canlı varlıkların ve bu varlıkların karbondioksit kullanımı ile doğrudan ilişkili bir mekanizmadır.

### **Karbonatlara bağlı olarak dünyada ısı düzenlenmesi nasıl oluşmaktadır?**

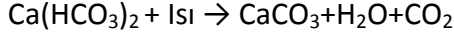
Karbondioksit bilindiği gibi hem ısının atmosferde tutulmasını sağlar, hem de ısının uzaya soğurulmasını önler. Karbondioksitin okyanuslarla etkileşimi, geçmişte CO<sub>2</sub>'in belirli bir dengede kalmasını sağlamıştır. Çünkü CO<sub>2</sub> miktarı artınca, sudaki oransal basıncı da artacağı için, sudaki miktarı da artacak ve sonuçta özellikle atmosferdeki ve denizlerdeki CO<sub>2</sub> suyla etkileşime girerek CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yani karbonik aside dönüşecektir. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (bir anlamda asit yağmuru de denilebilir) karalardaki ve denizlerdeki CaCO<sub>3</sub>'la, yani kalsiyum karbonat ya da kalker ya da kireç taşları olarak bilinen katı kayalarla etkileşime girerek onları sıvı fazda bulunan kalsiyum bikarbonata Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'a dönüştürür (çözer).



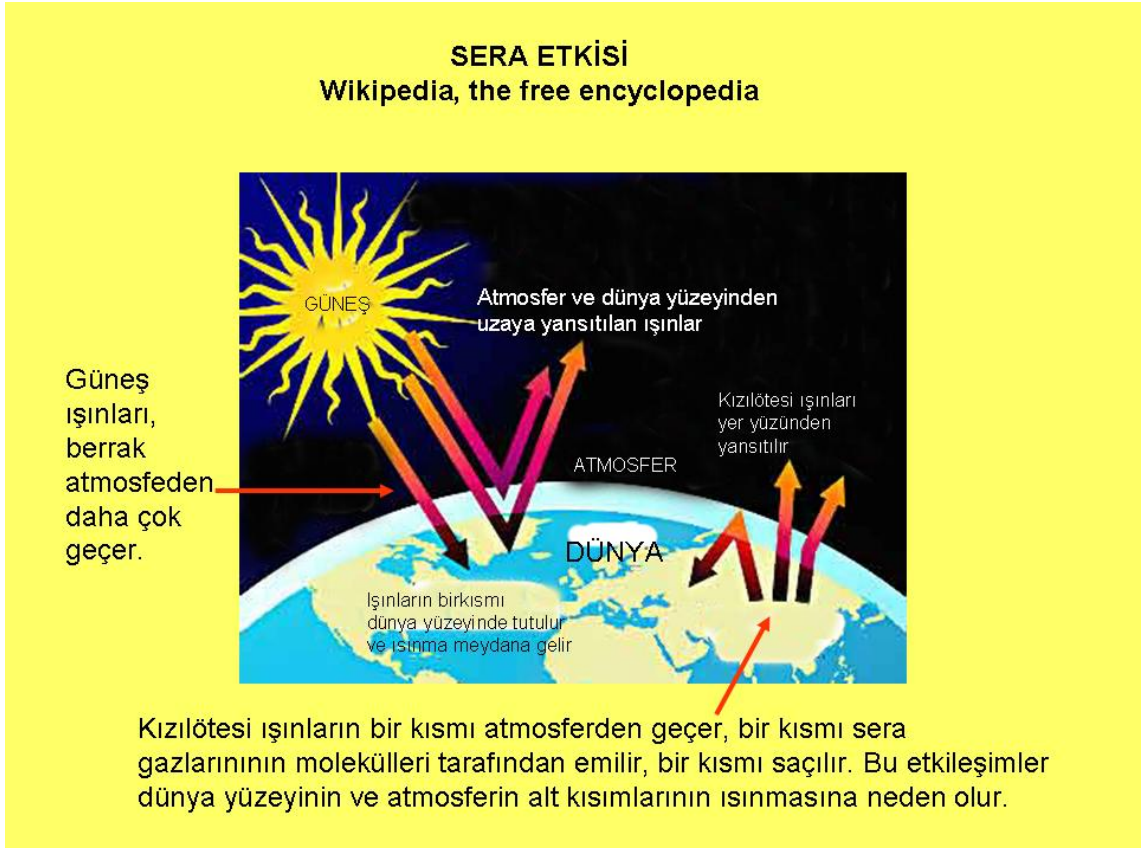
Karbondioksit, bu sefer katı halde değil çözülmüş halde su ortamında depo edilmiştir. Ancak bilindiği gibi gazların çözünürlüğü, katıların aksine düşük sıcaklıklarda artar. Örneğin buzdolabına koyduğumuz bir maden suyunun içindeki karbondioksit gazı düşük sıcaklıkta çözüldüğü için kabarcıklar halinde durmaz; ne zaman ki dışarıya çıkarıp ılıtırız, gazların kabarcıklar halinde şişenin iç yüzüne toplandığını görürüz; çünkü çözünürlükleri azalmıştır. Bu nedenle düşük sıcaklıklarda CO<sub>2</sub>'in çözünürlüğü arttığı için, sularda çözülmüş olarak depo edilmiş Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 'in da miktarı artar. İşte yüz yıl öncesine kadar insanoğlunun yaşamış olduğu dünyada durum bu idi. Atmosferde karbondioksit azalınca, bikarbonattaki karbondioksit serbest hale geçip atmosferi takviye ediyor; artması durumunda ise suda

bikarbonat halinde bağlanıyor. Böylece mükemmel bir dengelenme ve tamponlanma düzeneği kurulmuş oluyordu.

Sanayi devrimi ile sera gazları artınca ve ısı dünyada tutulmaya başlayınca, ortalama sıcaklık arttı (bir rakama göre ortalama sıcaklık son yüzyıldı 3, bir rakama göre 6 derece arttı). Böylece CO<sub>2</sub> 'in çözünürlüğü azaldı ve sulardaki tepkime tersine döndü:



Kalsiyum, kalsiyum bikarbonat halinde katı olarak çökmeye ve tepkimenin bir çıktısı olan CO<sub>2</sub> ise atmosfere eklenmeye başladı. . **Sıcaklığın 10°C artması, CO<sub>3</sub> halinde depo edilmiş CO<sub>2</sub>'in serbest hale geçerek atmosferdeki miktarını iki katına çıkarması demek olacaktır.** Bu ekleniş, sera etkisini daha da artırdı; böylece daha çok ısınma bu da daha çok karbondioksitin serbest hale geçmesini tetikledi ve bu zincirleme tepkime sürdü, sürmektedir; önlen alınmaz ise dünya canlılar açısından yanincaya kadar.



### Dünyada Isının döngüsü nasıl olmaktadır?

Sera etkisine en çok su buharı (bulutlar dahil değil) %70, karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) %9-26, metan (CH<sub>4</sub>) %4-9, ozon %3-7 neden olur. N<sub>2</sub>O'un katkısı azdır ve çoğunluğu insan tarım

girişimleri ile oluşur. Karbondioksit ve metanın miktarı, endüstri devrimi tarihi olarak bilinen 1750 yılına göre sırasıyla%31 ve %149 artmıştır. Bu miktarlar buz korlarından (çekirdeklerinden) çıkarıldığı kadarıyla son 650.000 yılın en yüksek değerleridir. Karbondioksitin bugünkü değeri, daha az güvenilir verilere göre son 20 milyon yılın en yüksek değeridir<sup>10</sup>.

**Kısa dalgalı ışınların uzun dalgalı ışınlara dönüşmesi:** Küresel ısınmanın dünya yüzeyindeki sıcaklığın artması olarak tanımlandığını söyleyebiliriz. Bunun temel işleyişi ise şöyledir. İşleme (penetrans) yani bir katmandan geçme gücü yüksek; ancak saçılımı da yüksek olan çoğunluğu kısa dalga boylu (mor ötesine yakın) ışınların, geçtiği katmanı terk ederken işleme gücü daha düşük olan uzun dalgalı ışın boylarına ( kızıl ötesine yakın) dönüşmesidir. Çok açık bir örnek vermek gerekirse, güneş altına bırakılmış olan bir arabanın içi bir zaman sonra dışarısına göre çok daha yüksek sıcaklığı ulaşır. Çünkü kısa dalgalı ışınlar araba camından girmiş, ancak camı içe doğru terk ederken ya da çarptıkları yüzeyde saçılarak daha uzun dalgalı ışınlara dönüştüğü için, bu ışınların araba camını tekrar geçerek dışarıya ulaşması engellenmiş olacağından, arabanın içine sürekli enerji akışı olacaktır; buna karşın soğurma gerçekleşmeyecektir.

Atmosferin en üst tabakalarından giren radyasyon enerjisi ile sağlanan radyasyon enerjisi, özellikle kara bitkileri ortaya çıktıktan sonra (yani atmosferdeki oksijen miktarı %21 oranına ulaşmasıyla) belirli bir dengeye kavuşmuştur ve bu denge dünyanın katı ve sıvı yüzeyindeki sıcaklıkla bir çeşit ilişkilidir. Daha önceki dönemlerde atmosferdeki oksijen miktarı, örneğin mitokondrilerin evrimleştiği, deniz alglerinin yaygın olduğu, karasal bitkilerin henüz evrimleşmediği dönemlerde, atmosferdeki oksijen miktarının %16 civarlarında olduğunu o gün oluşan ve daha sonraki atmosferle ilişkisi kesilen demir oksit yataklarından anlıyoruz; bu da dünyanın yeterince güçlendirilmiş ozon tabakasına sahip olmaması nedeniyle güneş ışınlarını soğuracak kalkana sahip olmadığı ve dolayısıyla dünya yüzeyinin bugünkünden daha fazla ışın aldığı yorumuna götürmektedir (büyük bir olasılıkla 1.5 milyar yıl önce). Bu dönemden önce de, fotosentetik canlılar oluşmadığı için, dünyadaki oksijen kaynağının sadece güneşin su molekülünü parçalayıcı etkisinden elde edildiğini (fotodisasyon) biliyoruz ve yine demir oksit yataklarının incelenmesiyle (sadece serbest oksijenin olmadığı ortamlarda oluşan Fe++ yataklarından) sadece bu oranın bugünkü serbest oksijen miktarının ancak %01'i olduğunu biliyoruz (yaklaşık 4-1.5

milyar yıl önce). Yani dünya ozon tabakası bakımından çok daha korunmasız olduğu için, yüzeydeki sıcaklığın bugünküne göre ortalama olarak çok yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Karasal bitkiler oluştuktan sonra, zaman zaman oksijen miktarında dalgalanmalar olduğu bilinse ve söylene dahi, bu miktarın güçlü bir ozon tabakasını etkileyecek oranlarda olmadığına da inanılıyor.

Günümüzde durum çok acı bir şekilde değişmiştir ve değişmektedir. Güneşten dünya atmosferinin dış yüzeyine gelen enerji  $1.95 \text{ cal/cm}^2/\text{dakika}$ dir "**güneş sabitesi**". Bu enerjinin %35'i ya doğrudan ya da dolaylı yansıma ile uzaya kaçar. %65'i atmosfere girer; fakat bunun da bir kısmı transfer ile uzaya kaçar ve ancak %28'i katı ya da sıvı yüzeye ulaşabilir. Bu enerjinin en büyük kısmı suyun buharlaşması için kullanılır. Bu su buharı daha sonra yoğunlaşırken, enerjisini atmosfere vererek %28'lik enerjinin korunmasını sağlar.

### **Dünyadaki iklim değişikliklerine neden olan olası etkiler nelerdir?**

Atmosferin en üst tabakalarından giren radyasyon enerjisi ile savrulan radyasyon enerjisi, belirli bir dengededir ve bu denge dünyanın katı ve sıvı yüzeyindeki sıcaklıkla bir çeşit ilişkilidir. Bu dengeyi etkileyen faktörler, dünyadaki iklim oluşumlarının da değişmesine neden olur.

Bu etkiler:

- 1. Dünya Konumunun Değişimi** <sup>4-7</sup>: Dünyada buzul dönemlerinin meydana gelmesi, dünyanın konumuna bağlı olarak güneşten aldığı ışının değişmesi olabilir yaklaşımına (J. ADHEMAR 1842 ve daha sonra CROLL, 1875), bugün birçok uzman tarafından daha olumlu bakılmaktadır. CROLL'a göre ay ve güneşin etkisi ile dünyanın yörüngesi periyodik olarak değişikliğe uğramaktadır "**Perihelion**". Bu değişime uğrama periyodiktir ve yaklaşık 21.000 yıldan biraz daha fazla devam eder. Bu kayma, dünyaya gelen güneş ışınlarının toplam miktarını etkilememesine karşın, güneş ışınlarının bölgelere göre farklı alınmasını sağlar. Sonuç olarak da Kuzey Yarımküre'nin herhangi bir enleminde, konuma göre etkileşme meydana gelir. Bu yörüngenin bir konumunda, Kuzey Kutbu'nda kışlar oransal olarak uzun, yazlar oransal olarak kısadır. Tam tersi konumda da yazlar uzun olur. CROLL, Kuzey Kutbu'nda uzun kışların olduğu dönemlerde buzullaşmalar olduğuna inanmıştır.

Ancak bu yaklaşım, Kuzey Kutbu'nda buzullaşma olurken, Güney Kutbu'nda sıcak bir dönemin olmasını öngörür.

CROLL'un yaklaşımı genel kabul görmemiştir. Çünkü buzullaşma ve buzul arası dönem, kuramın izin verdiği kadar uzun sürmektedir ve kanıtlar yeterli olmasa da jeolojik bilgilerimiz, yine de, Kuzey ve Güney Yarımküreler'de ardışık buzullaşma olmadığını göstermektedir. Ayrıca hesaplar, bu kuramdaki sıcaklık farklılığının, bu şekilde bir buzullaşma için yeterli olmayacağını göstermektedir.

Daha sonra, bu yörünge değişiklikleri ile birlikte, dünyanın bizzat diğer iki uydusal hareketi gözönüne alınarak yaklaşım yeniden değerlendirilmiştir. Bu hareketlerden biri dünyanın yörüngesindeki (kendi etrafındaki) 91.800 yılda bir görülen dış merkez değişikliği ile, 40.000 yılda bir dünyanın eksenini ile dünya yörüngesinin düzlemi arasında görülen açısal farklılıktır. Bunların karşılıklı etkileşiminin ısı alınımları üzerindeki etkisi, matematiksel olarak, her 1000 yıl için hesaplanmıştır. Bunların periyodik olmayan en ekstrem değerlerinin çatışma zamanları, bölgesel olarak buzullaşmayı ya da buzul arası dönemleri yaratmıştır. Ama bu koşullarda da, dünyanın aldığı toplam ısı miktarı aynı kalmıştır. MİLANKOVİTCH (1941), 65. enlemde, yalnız yaz için yaptığı hesaplamalarda, son 600.000 yıl içinde, bu hareketlerin bileşiminin en az 4 defa sıcaklık düşmesine neden olduğunu görmüştür. Bu hesaplara göre 10.-20. enlemler arasındaki sıcaklık aynıdır. Bu kuramın, bundan önceki kuramdan daha kullanışlı iki yönü vardır. Birincisi, sıcaklık değişikliğinin periyodik olmadığını; ikincisi ise her iki kutup arasında kesin sıcaklık farklarının ortaya çıkmadığını kabul etmesidir. Bunlardan iki temel faktör (yukarıda değindiğimiz), yarımküreler arasındaki en düşük sıcaklığın ardışık olarak tam bir değişimine, üçüncüsü, yani yörünge eksentrisinin (dış merkezinin) değişimi ise her iki yarımkürede aynı zamanda sıcaklık düşmesine neden olur.

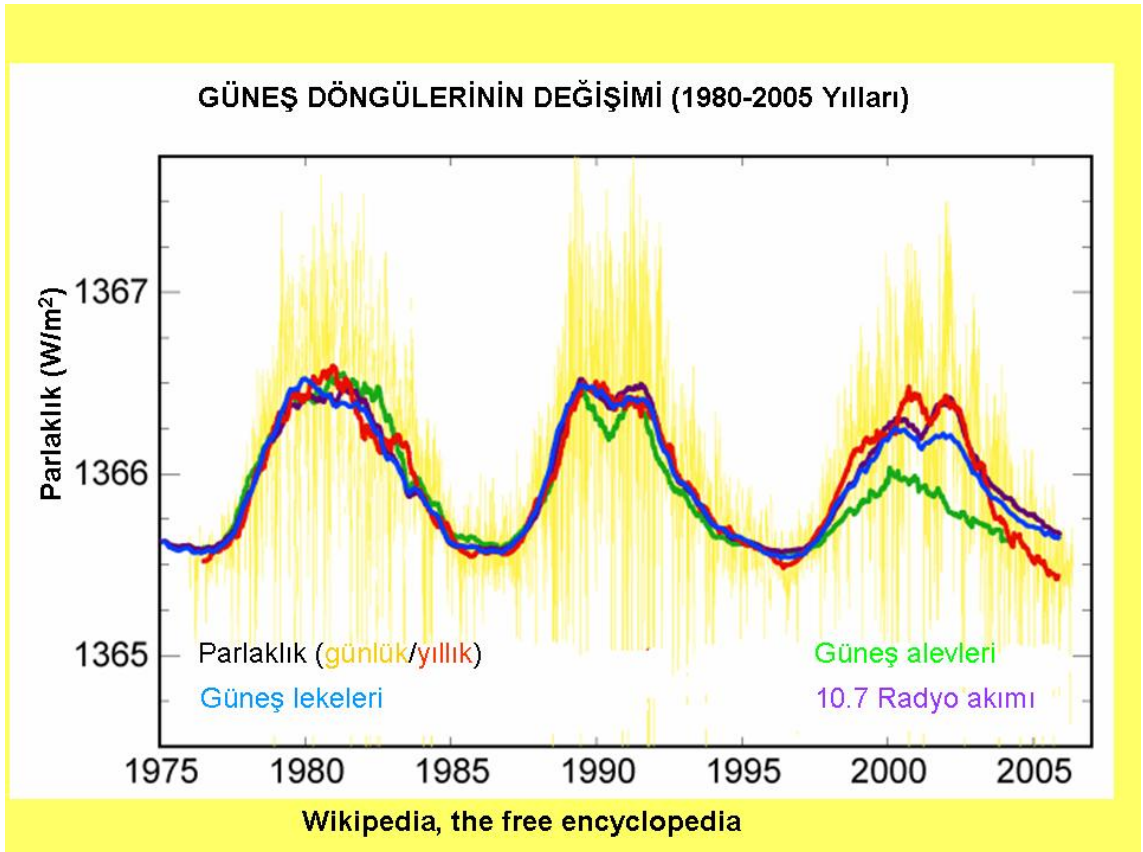
Bu üç faktörün tesadüfen birleşimi, sadece Güney ya da sadece Kuzey Yarımküre'de sıcaklık düşmesine neden olmaz, aynı zamanda, yarımküreler arasında da düzensiz aralıklarla en düşük sıcaklığın meydana gelmesine neden olur.

Bu varsayıma da, atmosferle ısı dağılımının yeterince gözönüne alınmadığı, 65. enlemdeki sıcaklık değişikliğinin Pleistosen'de böyle bir buzullaşmaya neden olamayacağını hesaplanması, And'larda ve Doğu Afrika'da Kuzey Yarımküre'deki

buzullaşmaya paralel, buzul ve buzul arası dönemlerine benzer değişikliklerin ortaya çıktığının gösterilmesi, iki faktörün birleştiği zaman bir, bir kutupta, bir diğer kutupta buzullaşmanın olmasının beklenilmesi (gerçekte böyle olmamış) nedeniyle itirazlar vardır.

Bir görüşe göre de, güneş sistemi belirli aralıklarla, Samanyolu Galaksisi'nin, bir kolundan (kozmetik bulutlarca yoğun olduğu) çıkıp, ara bölgeye (kozmetik bulutların çok daha az olduğu), daha sonra tekrar diğer bir kola girerek, güneşten dünyaya gelen ışınların miktarının değişmesine ve buna bağlı olarak da buzullaşmanın ya da buzul arası dönemlerin meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu sonucunu özellikle topografik faktörlerle birleştirildiğinde, şimdilik, en çok kabul gören yaklaşımdır. Ayrıca bundan başka en az 8 görüş daha vardır.

2. **Gelen güneş ışınlarının miktarı ve dalga boylarının nitelikleri**<sup>8</sup>: Güneş ışınlarının, güneş lekelerine bağlı olarak, etkisinin değiştiği bilinmektedir. Bu lekelerin miktarı 1700 yıldan beri sayılmaktadır. 1947 yılında, 155 leke ile en fazla, 1816 yılında 46 leke ile de en azdır. Bu değişimin 7-17 yıllık ortalama ritimlerle periyodik olduğu görülür. Lekeler arttıkça gelen enerji miktarı da artar.



Güneş lekelerinin azalmasına bağlı olarak kutuplarda antisiklonik rüzgarlar artar, orta enlemlerdeki rüzgarlar ekvatora doğru kayar ve böylece tropiklerden kutuplara doğru olan sıcaklık gradiyenti daralır ve basamaklaşır. Buna bağlı olarak orta enlemlerde suyun döngüsü artar, buharlaşma, hava akımları ve buna bağlı olarak yağış miktarı çoğalır. Böylece orta enlemler daha soğuk ve nemli olur. Kutuplardaki buzul kütlesi genişler aynı zamanda, <sup>14</sup>C miktarı azalır.

Güneş lekelerinin artması, kutuplardaki antisiklonik rüzgarları azaltır. İklim kuşakları kutuplara doğru kayar; sıcaklık gradiyenti yumuşak geçiş gösterir. Suyun döngüsü ve orta enlemlerde hava akımları azalır. Günümüzdeki durum böyledir.

Bu değişimlerin hepsi, anlatılan nedenlerden dolayı belirli ölçüde gerçekleşir. Fakat güneş ışınlarında meydana gelen böyle bir değişimin, bir buzul dönemine neden olacak kadar etkili ve uzun süreli olmadığı da anlaşılmıştır (BBC yayınlarından). Son 1000 yılda güneşin parlaklığında önemli bir değişiklik olmamış; nitekim son otuz yılda güneş lekelerinde (etkinliğinde) değişim ancak %07 olmuştur ve bu da küresel ısınmada önemli bir rol oynayamaz <sup>13, 14</sup>

3. **Bulutlanmaya ve partikül birikimine (donukluk) bağlı olarak atmosferin yansıtıcılık özelliğinin değişmesi:** Geçmişte dünya yüzüne düşen göktaşlarının meydana getirdiği partikül kirlenmesinin ortaya çıkardığı iklimsel değişiklikler bu kapsamda ele alınır. Ancak, bunun da bugünkü değişimi açıklayacak bir mekanizma olmadığı bilinmektedir. Keza yanardağ işlevleri ile ortaya çıkan iklim değişiklikleri de bu kapsamda ele alınır.

**Bulutların etkisi:** Bulutların eğer yukarıda oluşursa, güneş ışınlarını yansıttığı için soğutma işlevi de görür; eğer alçakta ise, ısı depolayarak ısınmada rol oynar. Bu konudaki tartışmalar sürmektedir.

**Buzulların erimesi:** Buzların erimesi albido (güneş ışınlarının parlak yüzeyde tekrar uzaya doğru yansımaları) etkisini azaltacağı için ısınmayı artıracaktır.

**Ormanların değişiminin etkisi:** Ormanların ortadan kalkması albido etkisini artıracığı için soğumayı, ancak serbest karbondioksiti tutan canlılar oldukları ve bir anlamda onu depo ettikleri için ısınmayı artırır.

**Sülfür gazları:** Atmosfere verilen sülfür gazları buna karşılık soğumada katkı sağlamaktadır.

4. **Ozon tabakasının tahribi:** Güneş ışınlarındaki uzun dalga boylu ışınların (kıızıla yakın ve kızıl ötesi) ya da kısa dalga boylu ışınların (mora yakın ya da morötesi) oranı, enerji bakımından farklı etkiler bırakır. Kıızıla yakın ışınlar sıcaklığın daha çok artmasını sağlarlar (hava bulutlanınca, sıcaklığın birden bire düşmesi, kıızıla yakın ışınların daha büyük ölçülerde absorblanması nedeniyle ortaya çıkar). Karbondioksit miktarının değişmesinin yanısıra, ozon tabakasının yapısının değişmesinin iklimlerin değişmesini derinden etkilediği bilinmektedir. Özellikle morötesi ışınların oksijen molekülünü bombardımanı ile oluşan ozon ( $O_3$ ) morötesi ışınlar için etkin bir önleyici elek görevi yapar; kısa dalgalı ışınları uzaya soğurur. Sanayileşmeye bağlı olarak kullanılan aerosollerdeki CFC (kloroflorokarbon) ozon tabakasının yırtılmasına neden olduğu, yani  $O_3 \rightarrow O_2$ 'ye çevirdiği için, güneşten dünyaya ulaşan ısı enerjisi yüklü ışın dalgalarının miktarını artırır ve küresel ısınmanın artmasına önemli katkıda bulunur.

**Bilindiği gibi bir ışının saçılımı (kırılımı) onun dalga boyunun uzunluğunun karesi ile ters orantılıdır.** Yani görünür ışın spektrumunun içerisinde mor ötesi ışınların en kısa, kırmızı ışınların dalga boyunun ise en uzun olduğunu göz önüne alırsak, mor ötesi bir ışının bir nesneye çarptığında saçılmasının en fazla olduğunu söyleyebiliriz. Bir bilardo topuna çarpan bir ışın ya saçılarak çevreye dağılır ya da çevresinden bükülerek yoluna devam eder. Saçılan ışın mor ötesi, bükülerek yoluna devam eden ışın ise kırmızıya yakın ışınlardır. Bu nedenle, sabah tan, akşam akşam grup vakti, güneşten gelen ışınların daha çok partikül geçmek zorunda oldukları yani diğer bir anlatımla mavi ışınların daha çok saçılacağı bir vakit olduğu için, sadece kıızıla yakın ışınlar yer yüzüne ulaşır ve günün bu her iki vaktinde gökyüzü kızıl görünür; doğal olarak sıcaklık da bir miktar düşür. İşte, atmosferdeki partikül ve bu bağlamda karbondioksit birikimi de benzer sonuçlara neden olduğu için sera etkisini güçlendirir. Ozon tabakası mor ötesi ve bir anlamda kısa dalgalı ışınlar için iyi bir tutucu (soğurucu) katman olması nedeniyle, güneşten gelen ışınlar yaşanabilir atmosfere ulaşmadan uzaya soğrulur. Zayıflaması bu süzgecin ortadan kalkmasına neden olur. Kutuplarda başlayan ozon yırtılması da bunun bir sonucudur. Çünkü,

Allen Kuşakları, yani manyetik koruyucu kalkanlarımız her iki kutupta en zayıf oldukları ve güneşten gelen yüksek enerjili partiküller buradan dünyaya boşaltıldığı için, ozon tabakası da buralarda yırtılmaktadır.

**5. Sera Gazları: En önemlisi karbondioksitin ve diğer sera gazlarının miktarının artmasıyla atmosferin ve denizlerdeki karbonatlı bileşiklerin yapısının ve niteliğinin değişmesidir.**

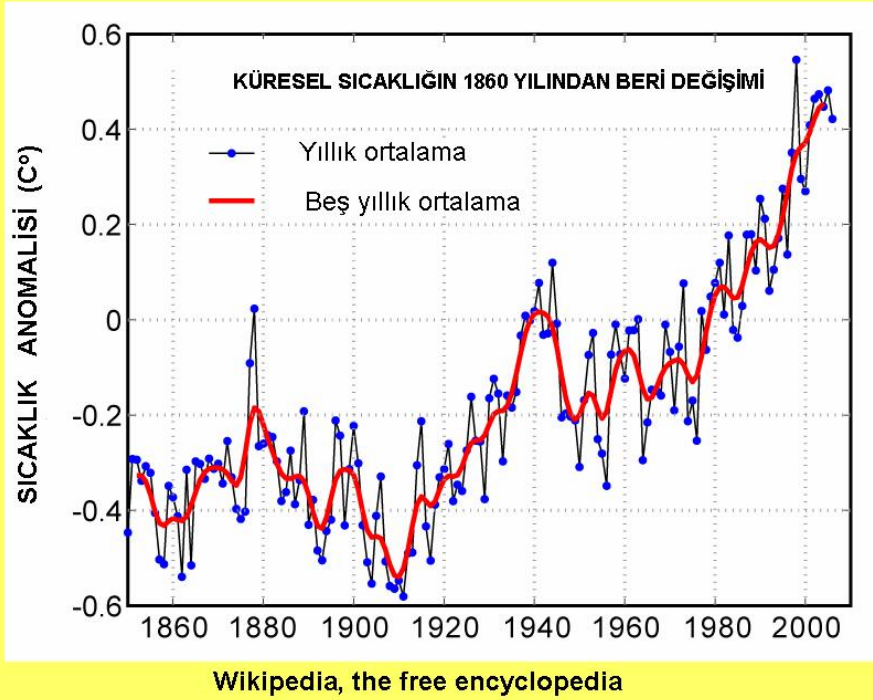
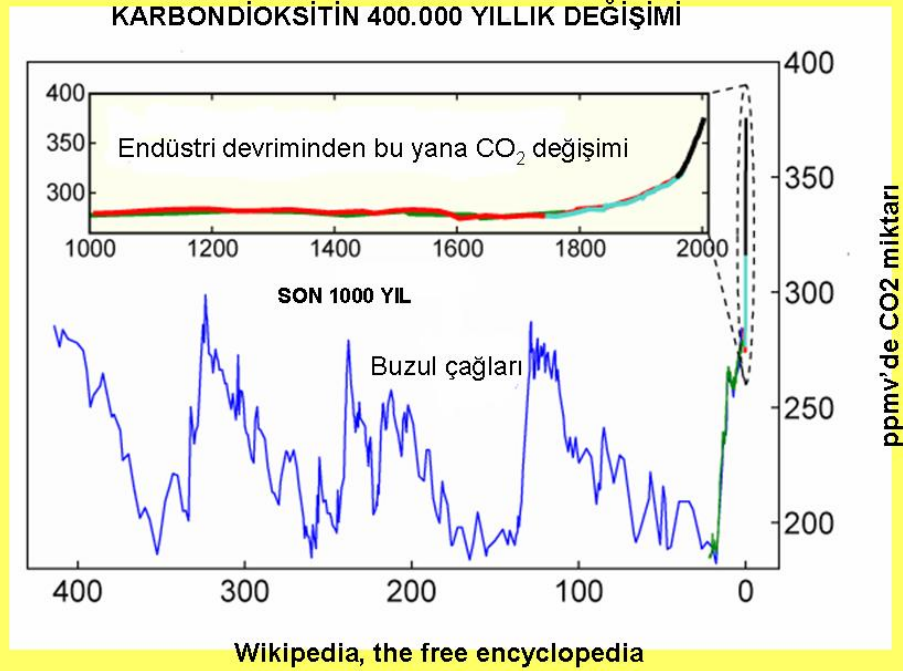
Sera etkisi ilk defa Joseph Fourier (1824) tarafından farkına varıldı ve ilk kantitatif analizler Svante Arrhenius (1896) tarafından yapıldı. Buradaki temel yaklaşım bir gezegenin atmosferi tarafından kızıl ötesi ışınların absorpsiyonu ve emisyonunun incelenmesiydi. Özünde sera gazlarını hep olumsuz da anlamamak gerekir. Çünkü bu gazlar hiç olmasaydı, dünyanın sıcaklığı 30 oC derece (ortalama sıcaklık -15 oC olacaktır) düşecekti ve yaşam belki de oluşmayacaktı. Sera etkisine en çok su buharı (bulutlar dahil değil) %70, karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) %9-26, metan (CH<sub>4</sub>) %4-9, ozon %3-7 neden olur<sup>9</sup>. N<sub>2</sub>O'un katkısı azdır ve çoğunluğu insan tarım girişimleri ile oluşur. Karbondioksit ve metanın miktarı, endüstri devrimi tarihi olarak bilinen 1750 yılına göre sırasıyla%31 ve %149 artmıştır. Bu miktarlar buz korlarından (çekirdeklerinden) çıkarıldığı kadarıyla son 650.000 yılın en yüksek değerleridir. Karbondioksitin bugünkü değeri, daha az güvenilir verilere göre son 20 milyon yılın en yüksek değeridir<sup>10</sup>.

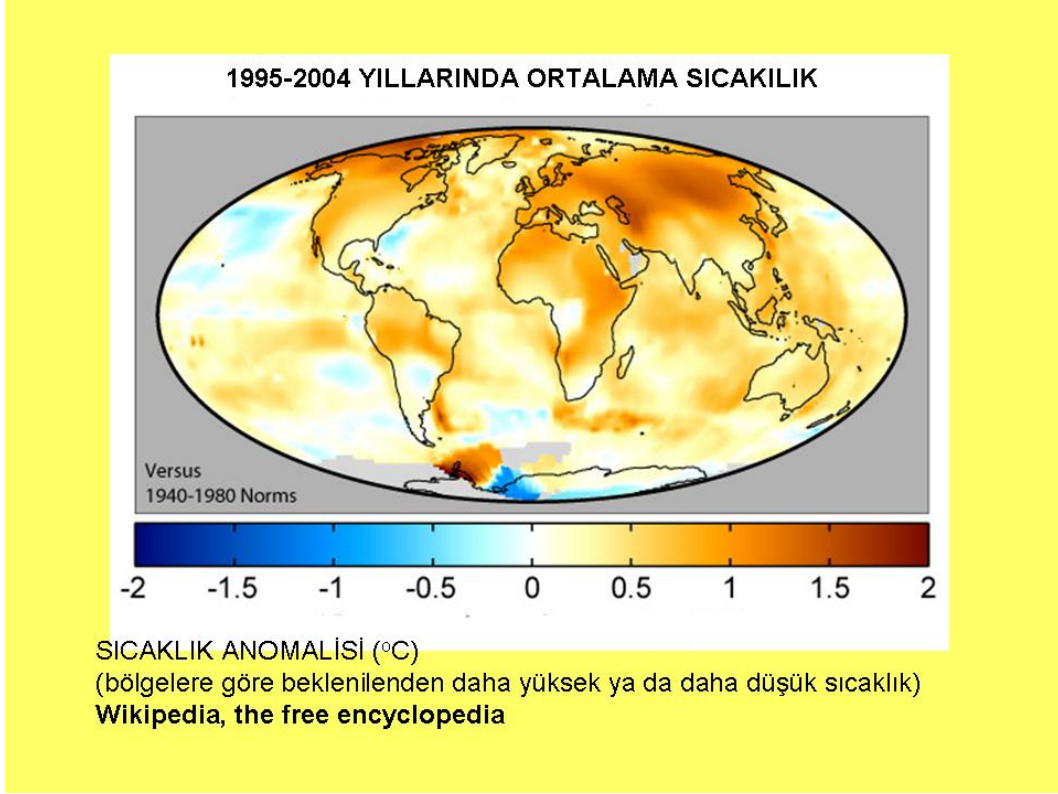
Karbondioksit yükselmesinin nedeni  $\frac{3}{4}$  oranında fosil yakıtların kullanılması,  $\frac{1}{4}$  oranında ise orman tahribidir <sup>11</sup>. Bu hesaplama 70.000.000.000 ton metan gazı verecek Sibiryalı turbalıkları dahil değildir.

Şu anda atmosferdeki karbondioksit miktarı ppm'de 383 partiküldür (geçmişte 280 civarındaydı)

Sera etkisinin artması, troposferin ısınmasında, stratosferin de soğumasında en önemli etken olarak gösteriliyor. Enerji dengesi kullanılarak yapılan hesaplamalara göre eğer dünyamızın atmosferi olmasaydı ortalama yüzey sıcaklığı -19 °C olacaktır ve bütün yeryüzeyi buz ile kaplı olacaktır. Ama yapılan ölçümler ortalama yüzey sıcaklığının 15 °C civarında olduğunu göstermektedir. İşte dünyayı yaşanabilir hale

getiren bu 34 °C lik sıcaklık artışı atmosferde başta su buharı olmak üzere karbondioksit ve metan gibi gazların sera etkisi sayesinde gerçekleşmektedir<sup>15</sup>.





### **Karbon döngüsünün ve canlıların küresel ısınmadaki –sonucu belirleyici- rolü**

Jeolojik dönemlerdeki karbondioksit miktarı ile (karbonatlı kayalardan miktarını saptayabiliyoruz) dünya yüzeyindeki sıcaklık arasındaki bağlantı (çeşitli yöntemlerle bu sıcaklığı da saptayabiliyoruz) kurulabilmektedir.

Perm-Triyas döneminde (251 milyon yıl önce) ve Eosen döneminde (termal maksimum denen aralıkta, 55 milyon yıl önce) turbalıklardaki metanın serbest kalması ile önemli bir ısınmanın ortaya çıktığı ve biyolojik yıkıma neden olduğu; Jura devrinin başlangıcında ise sera gazlarının etkisi ile sıcaklığın 5 derece arttığı ve 150.000 yıl içerisinde özellikle karbondioksitin kalker (kalsit) ve dolomit şeklinde bağlanarak ortamdan uzaklaştırıldığı ve iklimin normal saydığımız seviyeye dönüştüğünü biliyoruz.

Dünyada iklimlerde daha doğru bir tanımla sıcaklık kuşaklarında meydana gelen kaymalar, büyük bir olasılıkla buzul ve buzul arası dönemler arasındaki ilişki böyle gerçekleşmiştir. Bu yargıyı destekleyen birçok kanıt da bilinmektedir.

Ancak atmosferde karbondioksit miktarı artınca, biraz önce özellikle denizlerde ya da sularda anlattığımız kimyasal düzenlenmenin (dönüşümün) yanı sıra, doğal olarak sudaki oransal karbondioksit miktarının artmasına bağlı olarak, bu bileşiği iskeletlerinin ya da

yapılarının temel bileşeni olarak kullanan canlıların da çeşitlenme ve gelişme hızı tetiklenmiş olacağı için, bir zaman sonra atmosferdeki karbondioksit miktarı karbonatlar halinde bağlanarak düşürülecek; bu düşmeye bağlı olarak sıcaklık azalacak, ancak çözünen karbondioksit miktarı artacak ve bu sefer kayaçlar halinde birikmiş olan karbonat halinde birikmiş olan kayaçlardaki karbondioksit serbest hale geçirilecektir. Bu denge geçmişte dalgalansa dahi düzenli bir şekilde yürütülmüşse benziyor.

Özellikle, sanayi devrimi ile; başta batı dünyasının vahşi kapitalizmi gelişme modeli olarak seçmesi ve her yolu deneyerek tüketimi teşvik etmesi ile ve yine başta dinsel öğretilerle üremenin bilinçsiz bir şekilde teşvik edilmesi ile, son birkaç yüzyılda, özellikle de son bir yüzyılda, milyonlarca yıldan beri birikmiş çoğu karbonlu bileşiklere sahip olan enerji kaynakları (maden kömürü, linyit kömürü, bitümlü bileşikler, asfaltit, petrol, doğal gaz) şu ya da bu şekilde (termik santraller, ısınma materyali olarak vs) büyük miktarlarda ve çok hızlı bir şekilde kullanıma sokuldu.

Elimizdeki jeolojik saptamalara (morenler, buzul gölleri vs) ve denizin seviyesinin izlenmesine göre (denizlerin bugünküne göre 15 metre daha yükselmesi bekleniyor), geçmişte defalarca tekrarlanmış onlarca buzul ve buzul arası dönemler tekrarlanmaktadır ve dünya buzul arası döneme doğru yol almaktadır. Hiçbir insani etki olmasa dahi, önümüzdeki zaman diliminde, dünya ısınacaktır, denizlerin seviyesi yükselecektir, iklimsel farklılıklar ortaya çıkacaktır, yağış rejimi değişecektir; canlıların dağılımı ve tür çeşitlenmesi değişecektir; yüksek dağ formları ya yer değiştirecek ya farklılaşacak ya da yok olacaktır; yosunlar hızla ortadan kalkacak ya da sınırlı sayılarda temsil edilecektir; ekvator kuşağındaki canlılar daha güneye ya da kuzeye kayacaktır; denizlerdeki mercanlar (karbondioksiti de bağlayan; bu açıdan yaşamsal öneme sahip olanlar da) yaygınlaşacaktır. Bunları bilmek için kâhin olmaya gerek yoktur. Önemli bir eğitim görmeyen çoğu kimse bunun sonuçlarını tahmin edebilir.

Geldiğimiz aşamada tüm bunları bir araya getirdiğimizde. Jeolojik dönemlerde tekrarlanan iklimsel değişikliklerin yine tekrarlanması beklenmektedir. Ancak bu sefer yüzlerce milyon yıldan beri birikmiş olan ve hemen hemen etkisiz halde depolanmış bulunan karbon içerikli bileşikler çok kısa bir zamanda devreye sokularak atmosfere verilmektedir. Bu bileşiği geçmişte denetim halinde tutan, daha açık bir anlatımla tamponlayan, algler, yosunlar, bir hücreli canlılar, omurgalı ve omurgasız canlılar ve fotosentez yapan karasal

ve sucul canlılar, ekonomik kullanma amacıyla bir çeşit talan edilerek; ancak en önemlisi canlılar aleminin sadece son 50-60 yılda karşılaşmış olduğu ve canlılar dünyasının biyoloji işletim sisteminde yok edilemeyen, biriken on binlerce toksik, zehirli maddeyi sorumsuzca alıcı ortamlara bırakmamız, bize yardımcı olan bu canlıların da kökünü kazımaya başlamıştır. Esas tehlike burada başlamaktadır. Bugün dünyanın karbonatları bileşiklerin en kapsamlı ve en hızlı dönüşümünü sağlayan mercanların, önümüzdeki 10-20 yıl içerisinde 1/3 oranında azalacağını değişik kaynaklar teyit etmiştir.

Venüs'tekinin 90 katı karbondioksit depoları olan dünyadaki karbonlu bileşiklerin özellikle karbondioksitin (bu arada diğer sera gazlarının) kısa bir zaman diliminde serbest hale geçmesi, tamponlayacak canlıları da yok ettiğimiz için, dünya tarihinde görülmemiş bir sera etkisine neden olacaktır. Bugüne kadar uzunluğu 7-8 bin kilometre, genişliği yüzlerce kilometre, derinliği onlarca metrelerce olan ve bu güne kadar sıcaklığın düşük olmasından dolayı tehlike oluşturmayan Kuzey Yarı Kürenin turbalıkları, özellikle Sibirya'nın turbalıkları bu ısınma ile büyük miktarlarda başta metan gazı olmak üzere çeşitli sera gazlarını hızla atmosfere vermeye başlamış. 7-8 bin kilometre boyunda, 100lerce kilometre genişliğinde bir orman yangını düşünün. Sıcaklık hızla artacak, artan sıcaklık, depolanmış kayalaradaki karbondioksiti daha çok serbest hale geçirecek, bu artış sera etkisini daha da artıracak, sıcaklık daha da artacak ve belki önümüzdeki 100 yıl içerisinde daha da kötümser bir yaklaşımla 30-40 yıl içerisinde biyomerlerin sağlıklı kalamayacağını bildiğimiz 100-150 derecelik sıcaklığa ulaşılacaktır. Sonuçta da dünyadaki sıcaklığın 500 derece civarlarına ulaşacağı tahmin edilmektedir.

### **Doğayı bilinçli olarak gözlediğimi söyleyebileceğim 42 yılda tanık olduğum Anadolu'daki değişiklikler?**

1. Çocukluğumda yağan karı son birkaç on yılda aynı yerde hiç göremedim
2. Çocukluğumda akan şelale ve benzeri suların ya kurduğunu ya da azaldığını söyleyebilirim
3. 1970 yıllarda not aldığım, yıl boyunca hep akan 25 çeşmeden bugün ancak 2'sinin aktığını.
4. 15 yıl önce araştırma yaptığımız İç Anadolu göllerinin, büyük ölçüde küçüldüğünü, hakkında rapor yazdığımız bazı göllerin ise tümüyle çayırılığa dönüştüğünü.

5. Çocukluğumda büyük göller ya da sulak alanlar olarak söylenen göllerin çoğunun su sağlanması ve toprak kazanımı nedeniyle kurutulduğunu
6. Aşırı otlatma nedeniyle, özellikle koyunların, besin bulamama nedeniyle kökleri söktüğünü, gece çığ dediğimiz çok ince bir su filminin toprak üzerine çökerek, nemi ve toprağı koruyan ince katı tabakanın bu koyunların toynak ucuyla kırılarak, Anadolu'nun büyük bir kısmının rüzgar erozyonuna açık hale getirildiğini.
7. Aşırı otlatma, orman tahribi (son 80 yıldır orman varlığımızın %38'lerden %12'ler düştüğü vurgulanmaktadır) ve özellikle mera tahribinin (son 80 senede mera varlığının %54'den % 15'lere gerilediği vurgulanmaktadır) Anadolu topraklarını bozarak su tutma kapasitesini hızla azalttığını.
8. Tarım alanı kazanma, bataklıkları kurutma, yerleşim yerlerine su sağlama, sulu tarım alanlarının genişletilmesi, su ıslahı adı altında küçük su akıntılarının ortadan kaldırılması, yağmur yağmasını sağlayan kondensasyon, yani bağıl nemi bir yağmur damlası şekline dönüştürecek yoğunlaştıracak zerrelere (su zerrelerini) azaltarak, yağmur düşme olasılığını düşürme.
9. Atık suların hoyratça atılması ve geriye dönüşümünün yapılmaması.
10. 2007 yılında birçok göçmen kuşun, Tuz Gölünü terk ederek, çevreye dağıldığını
11. 2007 yılında 26 su havzasından 24'ünde ciddi su sıkıntısının başladığını
12. Can damarı sayılacak dere, çay, nehir ve göllerimize, uygarlık diye, arıtmadan yerleşim yerlerinin çeşitli kimyasallarla kirlenmiş kanalizasyonlarının sorumsuzca boşaltıldığını ve katı atıkların bile buralara boşaltıldığını

Tüm bu olumsuzluklar bugün önlense dahi, sonuçları 2100 yılına kadar artarak devam edecektir. Özellikle denizlerin ısı tutma kapasitesi bu ısınmanın devamı için önemli bir kaynak olacaktır. Bu süre içerisinde, yine de denizlerin yükselmesi, buzulların erimesi, anormal yağış rejimleri, tür bileşimlerinin değişikliği, yok oluşlar ve farklı hastalıklar ortaya çıkacaktır.

Eğer bu sorumsuz eğilim böyle giderse, ki gideceği benziyor, biyologların evrimleşmenin son halkası gibi gördükleri, dogmatiklerin ise Tanrının müstesna varlığı olarak sundukları insan, 3.8 milyar yıldan beri evrim basamağında yücelmeye çalışan tüm canlı varlıklarla

birlikte kaprisinin, açgözlülüğünün, vurdumduymazlığının, bencilliğinin kurbanı olarak ortadan kalkacaktır.

O günleri yaşamak, görmek ve düşünmek istemiyorum.

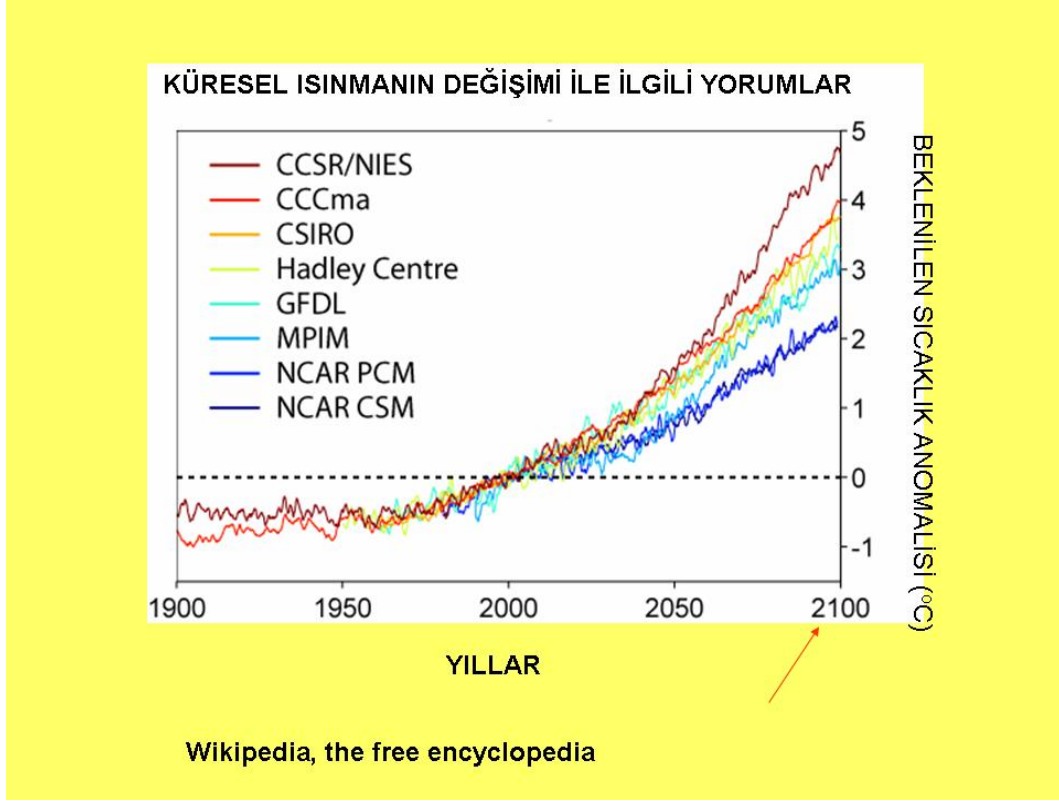
Ben bilim adamıyım, olacakları önceden tahmin edip uyarmak görevimdir.

Ne yazık ki akademik çevrelerde dahi, küresel ısınma denince, ilk akla gelen her gün evde akan çeşme suyunun akıbeti, televizyonlarda sık sık gösterilen kutup ayılarının yaşam alanlarının daralması, Hollanda ve Bengaldeş gibi ülkelerin bir kısmının ya da tümünün sular altında kalmasını, kıyılardaki yazlıklarının sular altında kalıp kalmamasını, yiyeceği besinlerini bulabilmedeki zorlukları, biraz daha bilinçli olanlar tarım alanlarının bozulmasını, sucul ortamlardaki köklü değişiklikleri, okyanuslardaki su akımlarının köklü değişimini ve sonuçlarını, hayvanların göç yollarının değişimini, yüksek dağ formlarının geleceğini ve buna benzer sonuçları düşünüyor. Halbuki küresel ısınma tüm bunların ötesinde, dünyanın (daha doğrusu canlıların) hiç karşılaşmadığı büyük bir tehlikenin adıdır. Bunu küçük çıkarlarımız ile karıştırmamak ve karşılaştırmamak gerekiyor. Einstein'ın ünlü  $Mc^2$  formülünü bulduğunda, bunu ilk söylediği kişinin kasabı olduğunu ve kasabının yanıtının da: Bu formül et fiyatlarını etkiler mi olduğunu akıldan çıkarmamak gerekiyor.

Tekrar dikkatle hatırlatıyorum: Bugünkü dünya, ne yazık ki, hala bilmem hangi ülkelerin ne kadar su altında kalacağı, bilmem hangi göl ve derelerin kuruyacağı, çeşmelerden su akıp akmayacağı, içeceği ve yıkanacağı suyu bulup bulamayacağı, tarım ürünlerinin azalıp azalmayacağı ve vektörlerin-hastalıkların ve artıp artmayacağı ile ilgileniyor; yani hala lüksünün azalacağı korkusu nedeniyle konuya ilgi duyuyor; çoğu yaşadıkları kayığı delip batırdıklarının farkında değil.

Dünyanın en gelişmiş ülkeleri, özellikle neredeyse bu kirlenmenin yarısının sorumlusu olan ve tüm dünyaya insan hakları, demokrasi dersi vermeye soyunmuş, sözüm ona uygar ülkesi, böyle bir denetimi kâğıt üzerinde bile kabul etmiyor, Kyoto Sözleşmesini imzalamıyor; birçok bilimsel rapora rağmen açıkça ben bu dünyayı kısa vadeli lüksüm için yok edeceğim diyorum. Birçok değerli bilim adamını barındıran "The [American Association of Petroleum Geologists](#)" kuruluşu, bu anlatılanları tümüyle ret ediyor. Kuzey ülkelerinin bir kısmı, küresel ısınmadan dolayı açılacak su yolları ile deniz taşımacılığında yollarının

kısalmasından ya da şimdi buzlar altında olan madenleri işletip para kazanacaklarından dolayı, yani kısa vadeli çıkarlarını düşünerek bu yangına olumlu da bakıyorlar. Belli ki vahşi kapitalizm insanoğlunun gözünü açıkça kör etmiş.



2000 ile 2100 arasındaki tahmin edilen sıcaklık yükselmesi (°C)			
Çeşitli Modeller	Toplam	Karalarda	Denizlerde
CCSR/NIES	4.7	7.0	3.8
CCCma	4.0	5.0	3.6
CSIRO	3.8	4.9	3.4
Hadley Centre	3.7	5.5	3.0
GFDL	3.3	4.2	3.0
MPI-M	3.0	4.6	2.4
NCAR PCM	2.3	3.1	2.0
NCAR CSM	2.2	2.7	2.0

**Bu değerler IPCC-DDC'den (The Intergovernmental Panel on Climate Change) alınmıştır.**

**Modeller:**  
CCSR/NIES: [Center for Climate System Research](#) [2] & [National Institute for Environmental Studies](#), [3], CCSR/NIES AGCM + CCSR OGCM Models 1890-2100  
CCCma: [Canadian Center for Climate Modelling and Analysis](#) [4], CGCM2 Model 1900-2100  
CSIRO: [Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation](#) [5], CSIRO-Mk2 model 1961-2100  
Hadley Centre: [Hadley Centre for Climate Prediction and Research](#) [6], HADCM3 model 1950-2099  
GFDL: [Geophysical Fluid Dynamics Laboratory](#) [7], R30 Model 1961-2100  
MPI-M: [Max Planck Institute für Meteorologie](#) [8], ECHAM4/OPYC coupled model 1990-2100  
NCAR PCM: [National Center for Atmospheric Research](#) [9], PCM model 1980-2099  
NCAR CSM: [National Center for Atmospheric Research](#) [10], CSM Model 2000-2099



**DÜNYA YANACAK!!!**

**BİNDİĞİNİZ KAYIK BATACAK**

**Wikipedia, the free encyclopedia**

“GEÇMİŞİ OLMAYAN YA DA SİLİNMIŞ-YOKEDİLMİŞ BİR DÜNYA VAR OLMAMIŞ BİR DÜNYADIR”

Dilerim, bu salondakilere, neyi anlatmaya çalıştığımı, neler olacağını yeterince anlatabilmişimdir.

**GELECEK SİZLERİN ELİNİZDE, ÇOK GEÇ KALMAYIN DERİM!!!**