

**ÇEV 806**  
**Hava Kirliliđi ve İklim Deđiřimi**

**8 - İklim Deđiřikliđine Giriř**

**Doç. Dr. Özgür ZEYDAN**

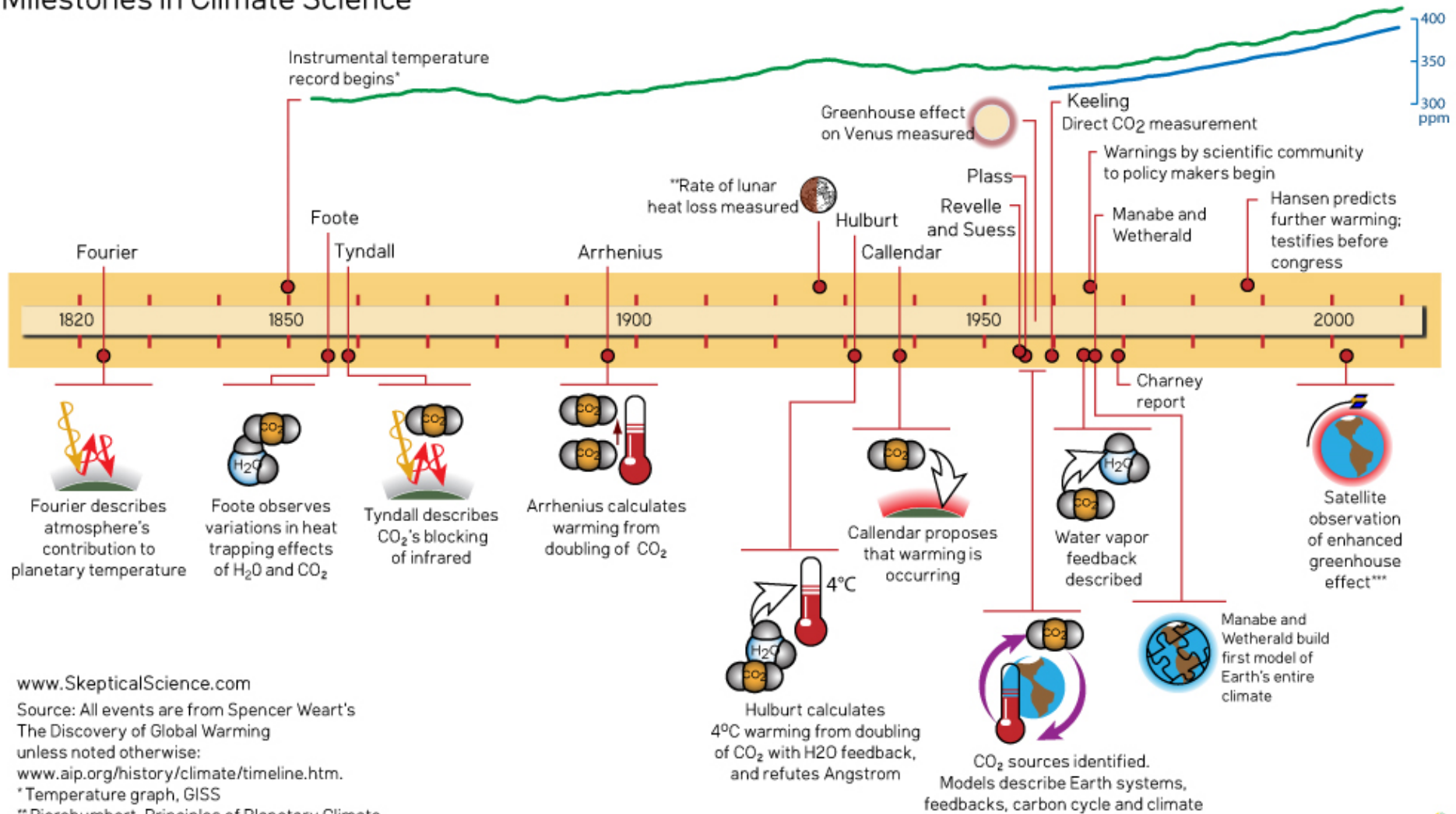
**<https://ozgurzeydan.com.tr/>**

# İklim Deęiřiklięine Giriř

- İklim değişikliğinin tarihçesi
- Hava durumu ve iklim kavramları
- Doğal iklim deęiřiklięi
- Milankovitch döngüleri
- Geçmiş zamanların iklimi

# İklim Değişikliğinin Tarihçesi

## Milestones in Climate Science



www.SkepticalScience.com

Source: All events are from Spencer Weart's  
The Discovery of Global Warming  
unless noted otherwise:  
[www.aip.org/history/climate/timeline.htm](http://www.aip.org/history/climate/timeline.htm).

\* Temperature graph, GISS

\*\* Pierrehumbert, Principles of Planetary Climate

\*\*\* Nature, 15 March 2001

# İklim Değişikliği Tarihindeki Önemli Bilim İnsanları



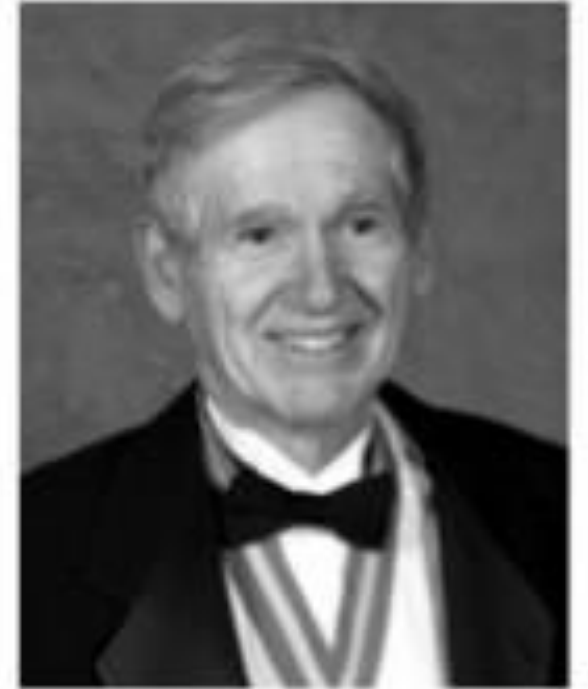
Joseph Fourier



John Tyndall



Svante Arrhenius



Charles David Keeling

<https://www.weathergamut.com/2017/07/05/a-brief-history-of-how-we-know-co2-drives-climate-change/>



# Jean Fourier

- 1820'lerde Fransa'da Jean Fourier ısının davranışını araştırırken yaptığı hesaplamalar dünyanın bu kadar sıcak olmaması gerektiğini ortaya çıkardı.
- Peki dünyayı ısıtan neydi? Bu soruyu düşünürken bazı önerilerde bulundu.
- Bunların arasında güneşten gelen ısı enerjisinin dünya atmosferine nüfuz ettiği ve bir kısmının uzaya geri kaçmadığı düşüncesi de yer alıyor.
- Isınan havanın bir çeşit yalıtkan battaniye gibi davrandığından şüpheleniyordu.

# John Tyndall

- Doğa tarihçisi John Tyndall, Fourier'in sorusuna ve önerisine yeni bir bakış açısı getirdi.
- Bir dağcı olan Tyndall, buzullarda iklim kaynaklı değişikliklere dair kanıtlar gözlemledi ve ısıyı hapsedme özelliklerini ölçmek için deneyler yaptı.
- Bu, su buharının ( $H_2O$ ) ve karbondioksitin ( $CO_2$ ) ısıyı hapsedmede iyi olduğunu keşfetmesine yol açtı.

# Svante Arrhenius

- Tyndall'ın içgöröleri İsveçli bir bilim insanının ilgisini çekti.
- Svante Arrhenius, dünya sıcaklığının su buharı tarafından düzenlenmediğini, çünkü suyun atmosfere girip çıkmasıyla hızla geri dönüşüm yaptığını keşfetti.
- Bunun yerine, karbondioksitin atmosferin uzun ömürlü bir sakini olması ve zamanla nispeten yavaş değişmesi nedeniyle sıcaklığı doğrudan düzenlediğini gördü.

# Arvid Hogbom

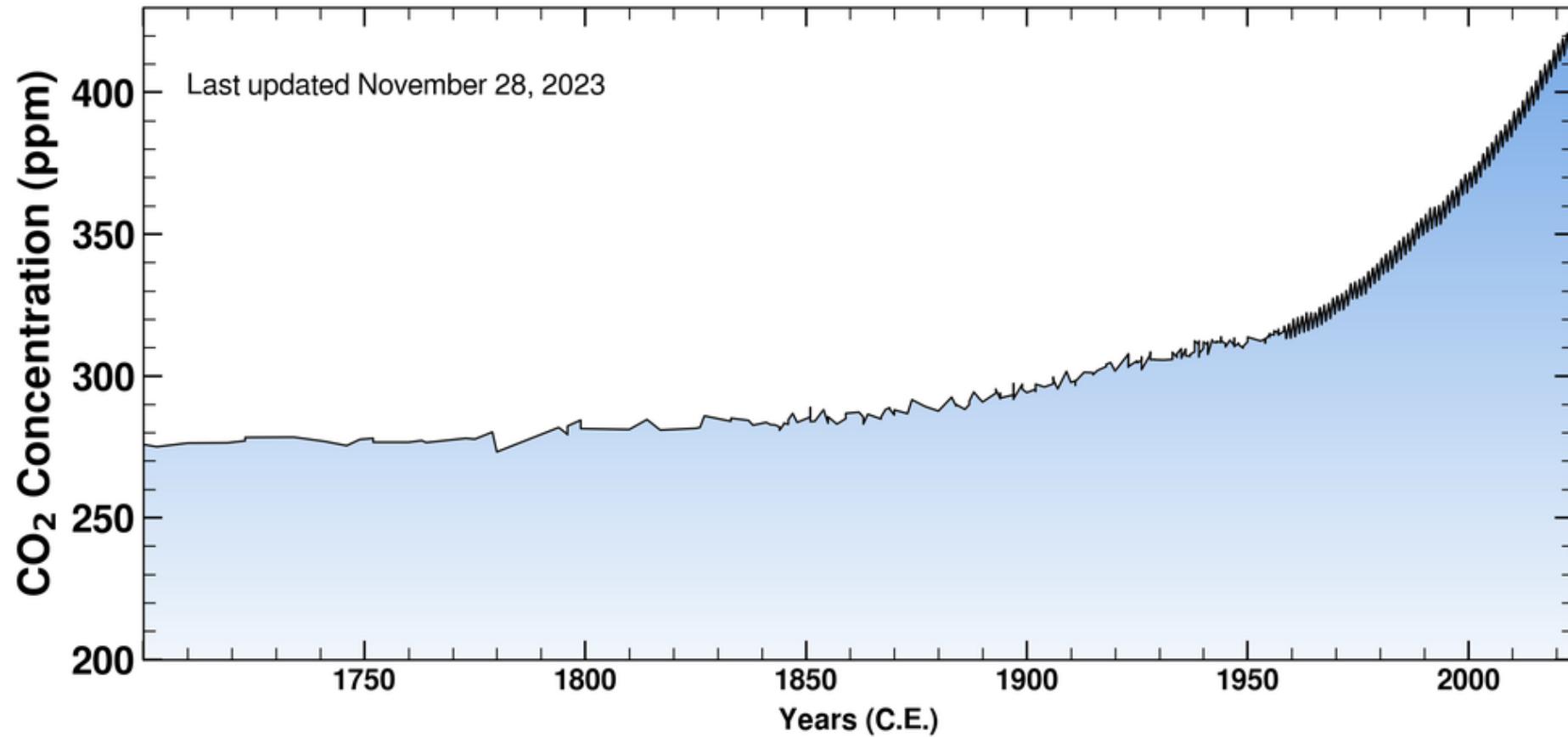
- Arrhenius bu konuları araştırırken, doğal karbondioksit döngüleri üzerinde çalışan İsveçli jeolog Arvid Hogbom ile birlikte çalıştı.
- Hogbom, kömür yakan fabrikalardan kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarının bazı doğal kaynaklardan kaynaklanan emisyonlara benzer olduğunu keşfetmişti.
- İki araştırmacı, insan kaynaklarından kaynaklanan emisyonların yüzyıllar boyunca artması ve birikmesi durumunda ne olacağını sordu.
- Arrhenius, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun iki katına çıkarılmasının küresel ortalama sıcaklığı 5 ila 6°C artıracığını hesapladı.



# Charles David Keeling

- Amerikalı bilim adamı Charles David Keeling (1928-2005), arabalardan ve fabrikalardan çıkan karbondioksitin Dünya iklimini olumsuz etkilediğine dair ilk kanıtı sundu
- Hawaii'deki sönmüş bir yanardağ olan Mauna Loa'daki bir meteoroloji istasyonuna yerleştirdiği aletlerle atmosferdeki karbondioksiti 47 yıl boyunca ölçtü.
- Charles David Keeling, atmosferdeki karbondioksit seviyesinin arttığını gösterdi.
- Bugüne kadar Keeling Eğrisi, atmosferik karbondioksitin devam eden yükselişinin grafiğini çizmek için aynı amaçla kullanılıyor.

# Keeling Eğrisi



<https://keelingcurve.ucsd.edu>

## Villach Konferansı

- Ekim 1985'te Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Uluslararası Bilim Konseyi (ICSU), karbondioksit ve diğer sera gazlarının iklim değişiklikleri ve ilgili etkilerdeki rolüne ilişkin uluslararası bir değerlendirme bulundu.
- Villach Konferansı olarak anılan etkinlikte, 29 ülkeden bilim insanları bir araya gelerek 21. yüzyılın ilk yarısında sıcaklık artışlarının insanlık tarihinde görülenden daha fazla olacağına dair önemli bir açıklama yaptı.

# İklim Değişikliği Tarihçesi

- 1991: İlk IPCC raporu yayımlandı.
- 1992: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)
- 2007: IPCC, iklim ile ilgili yapmış olduğu çalışmalar sebebiyle Nobel Barış ödülü aldı.
- 2023: BM Genel Sekreteri António Guterres, küresel ısınma döneminin sona erdiğini ve "küresel kaynama çağının geldiğini" söyledi.

# İklim Değişikliği Tarihçesi

OXFORD


BioScience, 2023, 0, 1–10

<https://doi.org/10.1093/biosci/biad080>

Advance access publication date: 0 2023

Special Report


## The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory

William J. Ripple, Christopher Wolf , Jillian W. Gregg, Johan Rockström, Thomas M. Newsome, Beverly E. Law, Luiz Marques, Timothy M. Lenton, Chi Xu, Saleemul Huq, Leon Simons and Sir David Anthony King

<https://mahb.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/11/biad080.pdf>

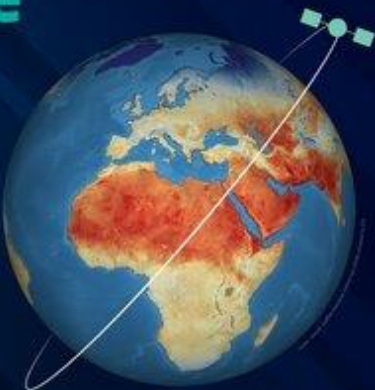



# Hava Durumu ve İklim





## Weather versus Climate

The difference between weather and climate is a matter of time



### Weather

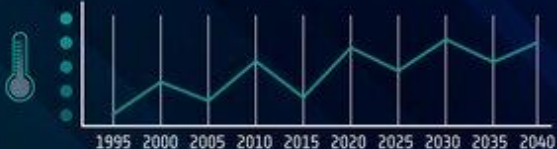
refers to short-term changes in the atmosphere. It can change minute-to-minute, hour-to-hour and day-to-day



### Climate

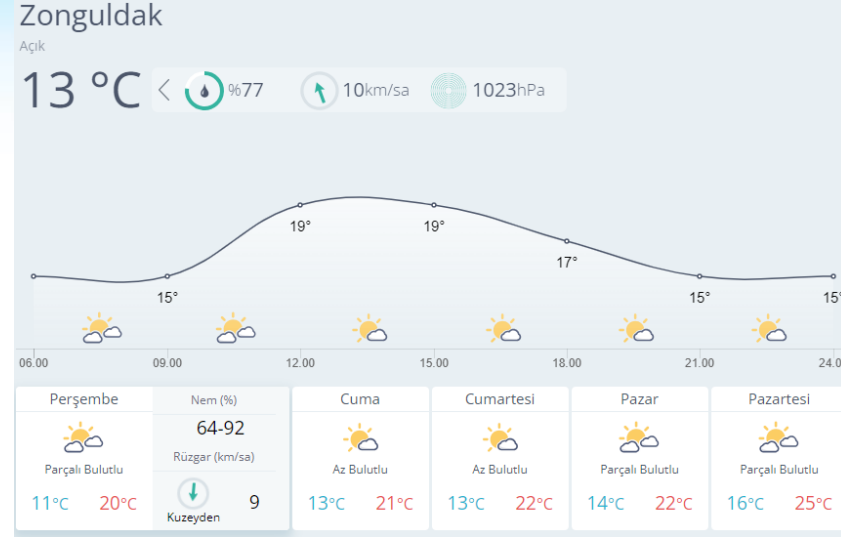
describes the average weather conditions in a specific area over a long period of time – 30 years or more

Satellites measure several aspects of Earth's weather as well as provide essential data over decades to monitor how our climate is changing



For more information, visit space for our climate:  
[www.esa.int/climate](http://www.esa.int/climate)

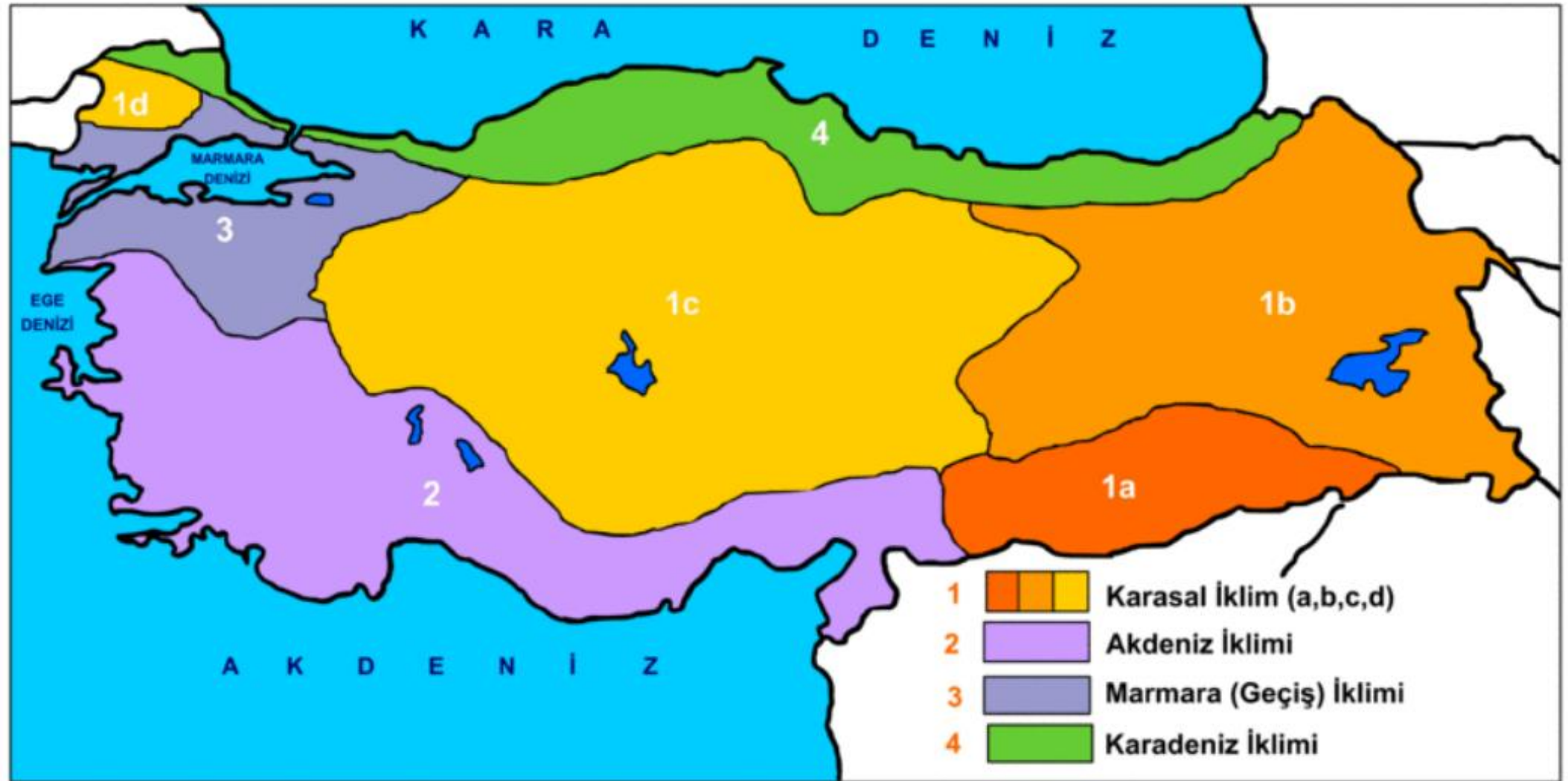
# Hava Durumu ve İklim



ZONGULDAK	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.3	6.4	8.1	11.5	15.7	19.9	22.4	22.7	19.5	15.7	11.7	8.3	14.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.2	9.6	11.7	15.2	19.3	23.6	25.8	26.2	23.2	19.2	15.2	11.5	17.5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.8	3.6	5.2	8.3	12.6	16.5	18.8	19.2	16.1	12.8	8.9	5.7	11.0
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.0	2.6	3.5	5.1	6.2	8.1	8.9	8.3	6.3	4.2	3.0	2.1	5.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	17.63	15.50	15.03	12.10	10.63	9.37	6.70	6.23	9.40	12.67	12.77	17.93	146.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	127.7	93.9	96.4	57.1	59.5	83.0	69.7	81.6	125.9	147.5	134.5	161.8	1238.6

Ölçüm Periyodu ( 1991 - 2020)

# Türkiye İklim Bölgeleri



[https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13\\_turkiye\\_iklimi.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf)

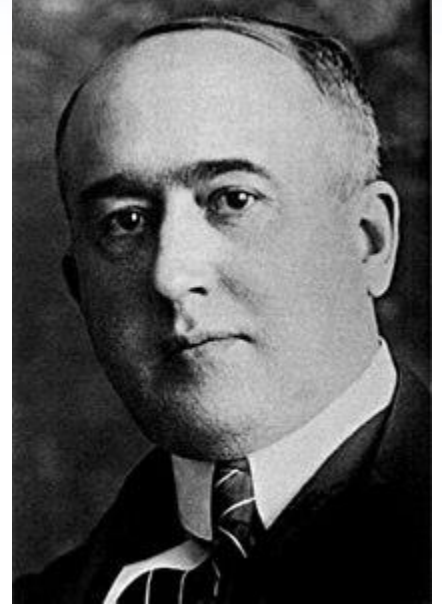


# Doğal İklım Deđiřikliđi

- Doğal iklim değişiklikleri çok uzun zaman dilimlerinde (26.000 – 100.000 yıl) gerçekleřmekte.
- Milankovitch döngüleri bu değişiklikleri açıklamaktadır.
- Ayrıca iklimi etkileyen diğer doğal etmenler şunlardır:
  - Güneş değişkenliği
  - Volkanik patlamalar
  - Okyanus akıntıları

# Milankovitch Döngüleri

- Milankovitch döngüleri, Dünya'nın hareketlerindeki değişikliklerin binlerce yıl boyunca iklimi üzerindeki kolektif etkilerini anlatır.
- Sırp matematikçi, jeofizikçi ve gökbilimci Milutin Milanković' tarafından geliştirilmiştir.

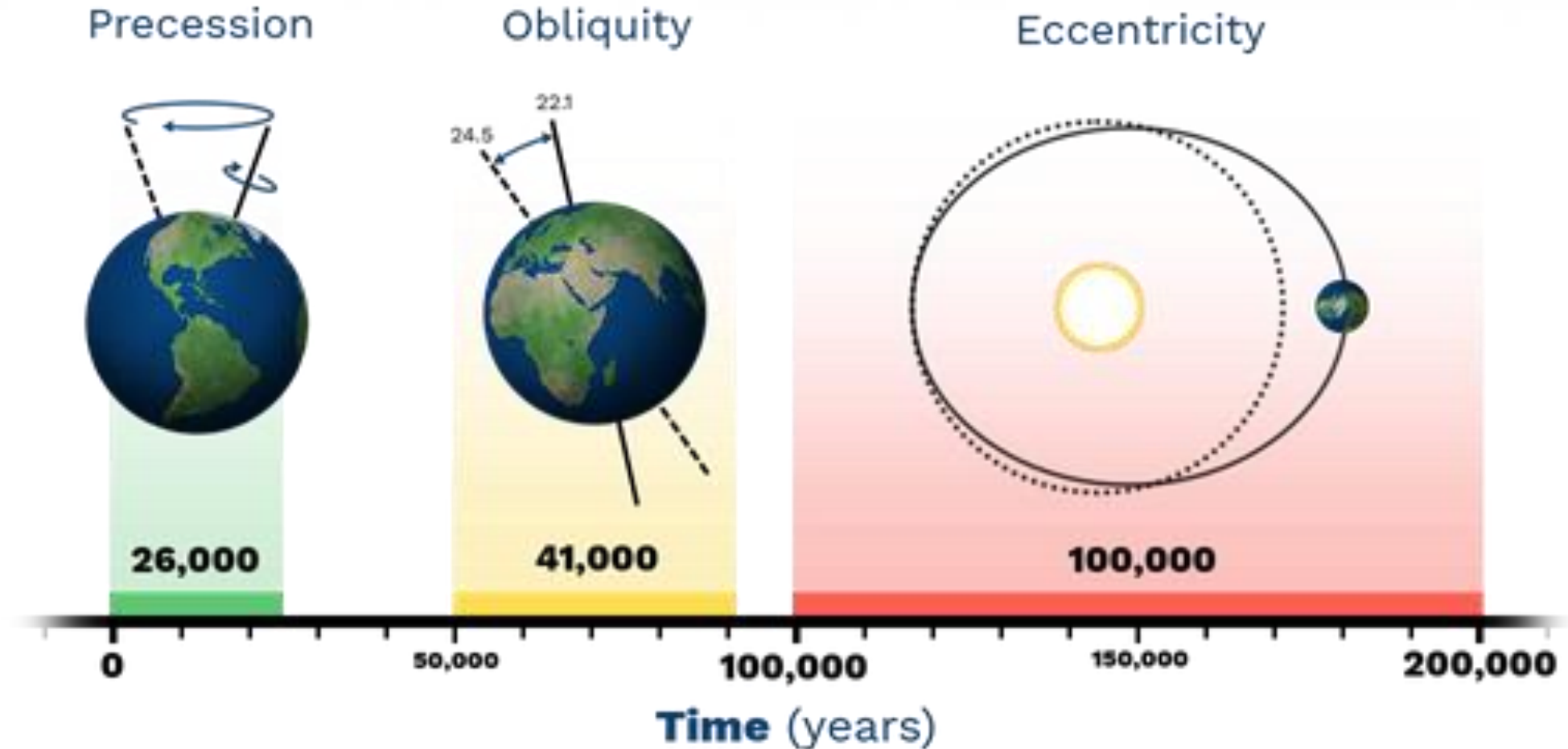




# Milankovitch Döngüleri

## Milankovitch Cycles

Global Impact



<https://theory.labster.com/astronomical-factors-climate/>

# Milankovitch Döngüleri

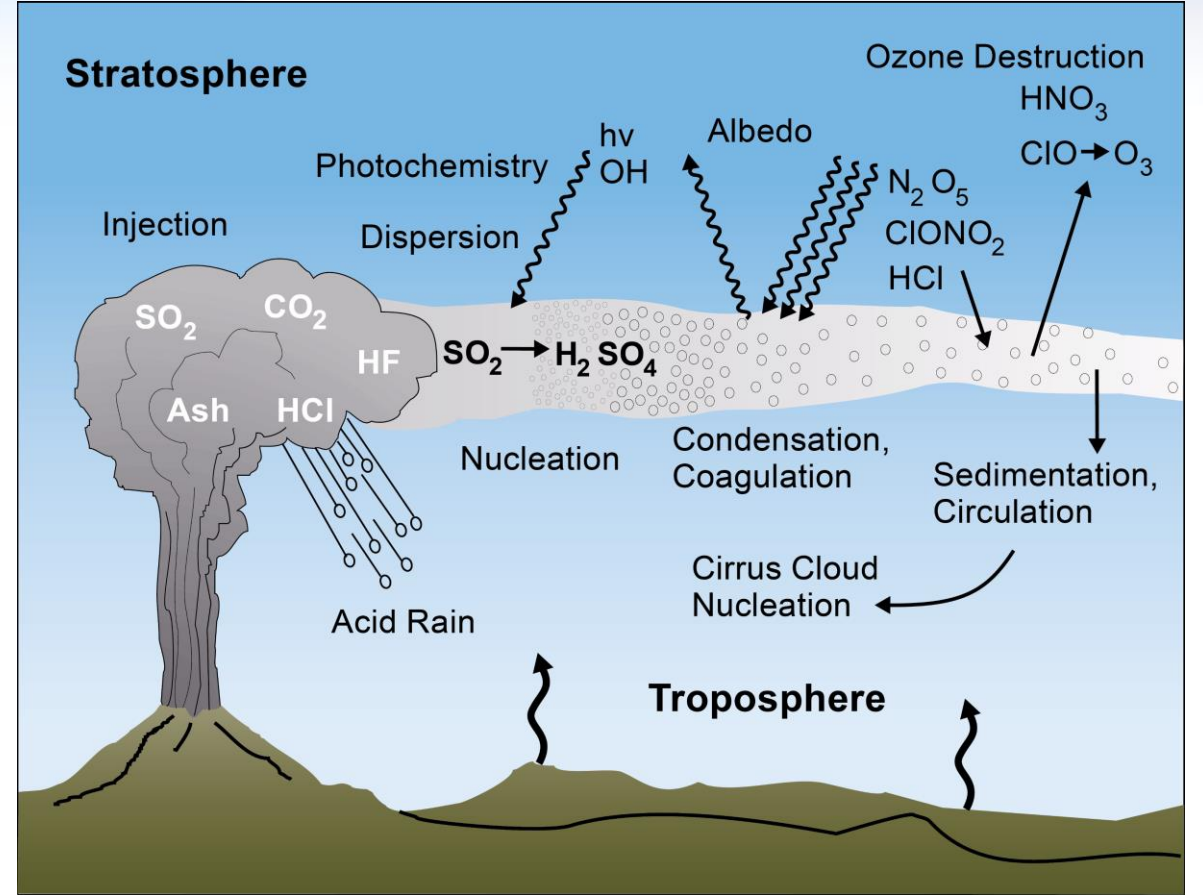
- Eksen eğiminin değişmesi
  - Süre: 41000 yıl
- Dünyanın ekseninin yalpalanması
  - Süre: 26000 yıl
- Yörünge şeklinin değişmesi
  - Süre: 100000 yıl

# Güneş Değişkenliği

- Gökbilimci Heinrich Schwabe 17 yıl süren güneş gözlemlerinde Güneş lekelerini araştırmıştır.
- Güneş lekelerinin sayısı ve boyutundaki değişikliklerin 11 yıllık döngüsel varyasyonla değiştiği bulunmuştur.
- Genellikle sadece yavaş varyasyonların iklimi etkileyebileceğine inanılmaktadır.

# Volkanik Patlamalar

- Volkanlar patlamalar sırasında stratosfere çok miktarda gaz, aerosol ve kül enjekte edilir.
- Kükürt dioksit gibi volkanik gazlar küresel soğumaya neden olabilirken, bir sera gazı olan karbondioksit küresel ısınmayı arttırır.





# Pinatubo Yanardağı Patlaması (1991)

- Pinatubo, önemli miktarda güneş radyasyonunun Dünya'nın yüzeyine ulaşmasını engelledi, bu da stratosferin 3,5 °C ısınmasına ve kuzey yarımkürenin troposferinin 0,2 ila 0,7 °C arasında soğumasına neden oldu.

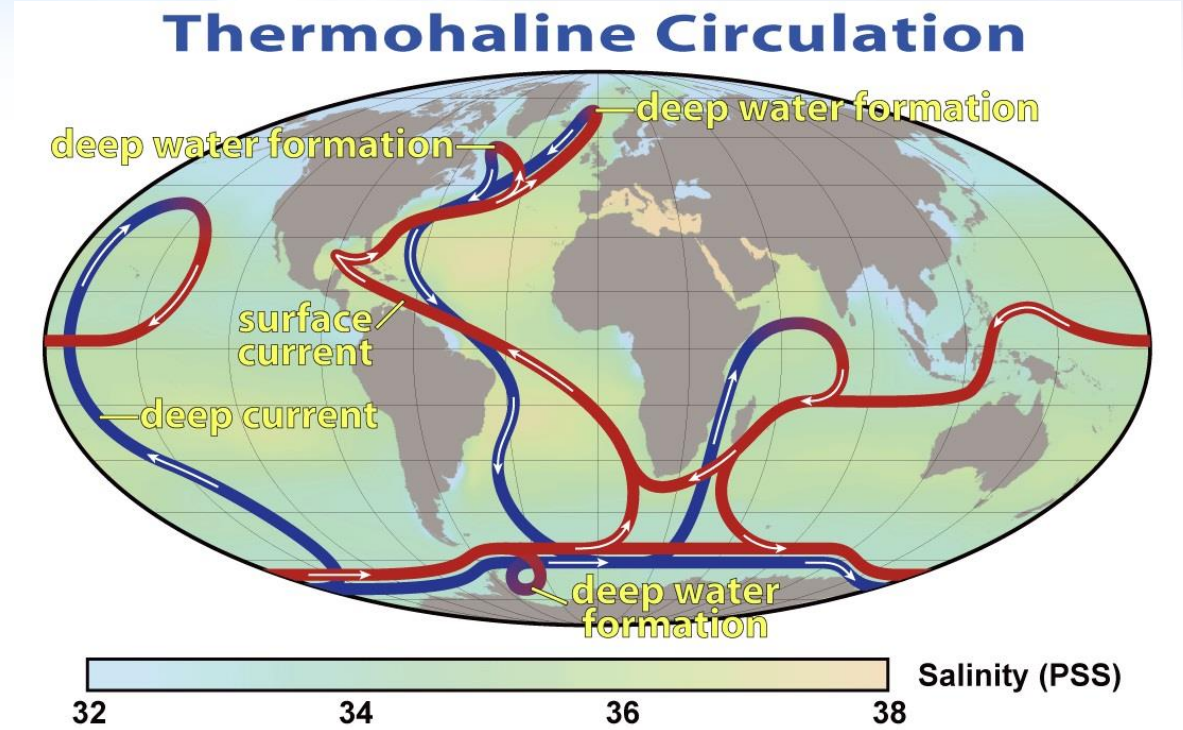


<https://www.aeronomie.be/en/news/2021/30-years-after-mt-pinatubo-eruption-illustration-relationship-between-volcanoes-and>



# Okyanus Akıntıları

- Okyanus akıntıları küresel iklimi düzenler ve güneş radyasyonunun Dünya yüzeyine ulaşan düzensiz dağılımına karşı koymaya yardımcı olur.
- Okyanustaki akımlar olmasaydı, bölgesel sıcaklıklar daha aşırı olurdu - ekvatorda süper sıcak ve kutuplara doğru soğuk - ve Dünya'nın topraklarının çok daha azı yaşanabilir olurdu.



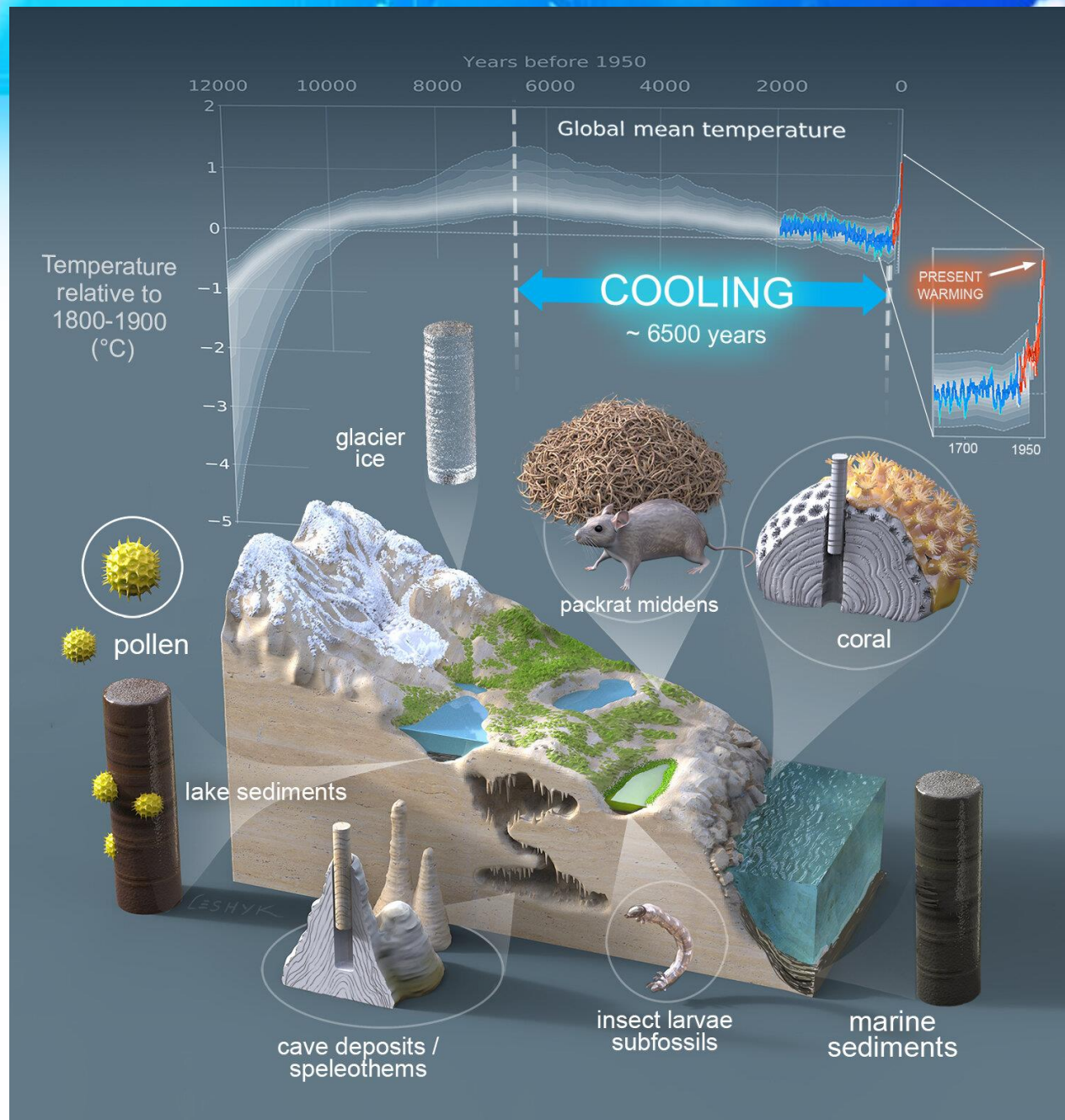
# Doğal ve İnsan Kaynaklı (Antropojenik) İklim Değişiklikleri

Son yıllarda yaşadığımız ısınma ancak insan kaynaklı iklim değişikliği ile açıklanabilir.

İnsan etkisi: Fosil yakıtların tüketilmesi sonucunda artan sera gazı emisyonları ve sera etkisinin kuvvetlenmesi.

# Geçmişteki İklimi Nasıl Biliyoruz?

- Paleoklimatoloji: ölçüm yapılmamış dönemlerin iklimini inceleyen bilim dalıdır.
- Paleoklimatoloji, kayalar, tortular, sondaj delikleri, buz tabakaları, ağaç halkaları, içinde korunmuş verileri kullanarak geçmiş zamanların iklimi hakkında bilgiler verir.



<https://phys.org/news/2020-06-major-paleoclimatology-global-upended-years.html>



# A 150,000-year climatic record from Antarctic ice

C. Lorius\*, J. Jouzel†, C. Ritz\*, L. Merlivat†, N. I. Barkov‡, Y. S. Korotkevich† & V. M. Kotlyakov§

<http://www.claude-lorius.com/files/publications/publication-dans-le-magazine-nature-1985-8.pdf>



Claude Lorius

Antarktika'da 1965 yılında buz örnekleri toplayıp içki kadehine bırakarak bir keşif yaptı.

Yarım asır sonra o günü şöyle anlattı:

"Bir akşam buzulda derin sondaj çalışması yaptıktan sonra karavanımıza döndük ve içtiğimiz viskiye derinlerden getirdiğimiz geçmiş dönemlerde oluşmuş buz küplerini koyduk.

"Bardaklarımızdaki hava kabarcıklarını görünce, bunların buzda hapsolmuş atmosfer örnekleri olduğu fikrine vardım."