DERS 2: İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Sera Etkisi

Lesson 2: Climate Change, Global Warming and the Greenhouse Effect

Program: Sanayide Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği ve Karbon Ayak İzi Eğitimi

Künye	Açıklama
Hedef kitle	Öğrenciler, sanayi çalışanları ve uzmanlar
Bu materyalin kapsamı	Hava durumu ve iklim ayrımı, iklim sistemi, doğal ve güçlenen sera etkisi, küresel ısınma ve iklim değişikliği, başlıca sera gazları, göstergeler, aşırı hava olaylarının değerlendirilmesi, sanayi ile iklim değişikliği arasındaki iki yönlü ilişki. Hesaplama yöntemleri sonraki derslerde ele alınır.
Bilgi güncelliği	Eylül 2026
İlgili dersler	Sonraki derste iklim değişikliğiyle küresel mücadele süreci, Paris Anlaşması, net sıfır yaklaşımı ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ele alınır. Faaliyet verisi, emisyon faktörü, küresel ısınma potansiyeli ve karbondioksit eşdeğeri hesapları programın ilerleyen derslerindedir.

Öğrenme çıktıları

Bu materyali tamamlayan kişi şunları yapabilir:

- Hava durumu ile iklim arasındaki farkı açıklar.
- İklim sisteminin bileşenlerini ve Dünya'nın enerji dengesini tanımlar.
- Doğal sera etkisi ile insan faaliyetleriyle güçlenen sera etkisini birbirinden ayırır.
- Küresel ısınma ile iklim değişikliğinin aynı kavram olmadığını açıklar.
- Başlıca sera gazlarını ve bunların sanayideki kaynaklarını sayar.
- Aşırı hava olaylarını tehlike, maruziyet ve kırılganlık çerçevesinde değerlendirir.
- Sanayi kuruluşlarının iklim değişikliğiyle iki yönlü ilişkisini açıklar.

1. Giriş: İki yaygın soru

İki soru bu dersin çıkış noktasıdır:

- Bir kış gününün beklenenden çok soğuk geçmesi, küresel ısınmanın olmadığı anlamına gelir mi?
- Belirli bir bölgedeki tek bir sel olayı doğrudan iklim değişikliğine bağlanabilir mi?

İki sorunun doğru yanıtlanması için hava durumu, iklim, küresel ısınma ve sera etkisi kavramlarının ayrılması gerekir. Gündelik konuşmada bu kavramlar birbirinin yerine kullanılır. Oysa her biri farklı bir olguyu açıklar.

İklim değişikliği yalnızca çevresel bir konu değildir. Üretim, kaynak kullanımı, tedarik zinciri ve işletme sürekliliği açısından da önemlidir.

2. Hava durumu ve iklim arasındaki fark

Hava durumu, belirli bir yerde ve belirli bir zamanda gözlenen kısa süreli atmosfer koşullarıdır. Yağmur, güneşli bir gün, güçlenen rüzgâr, düşen gece sıcaklığı ve sabah sisi hava durumu gözlemleridir. Hava durumu saatler, günler veya birkaç hafta içinde önemli ölçüde değişebilir. Günlük hava tahminleri bu kısa dönemli koşullara yöneliktir.

İklim çok daha uzun bir zaman ölçeğini ifade eder. Bir bölgedeki sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve mevsimsel koşulların uzun yıllar boyunca gösterdiği genel örüntü o bölgenin iklimidir. Yazları sıcak ve kurak, kışları serin ve yağışlı olan bir bölge bunun örneğidir. Serin geçen tek bir yaz günü bu uzun dönemli örüntüyü ortadan kaldırmaz.

İklim yalnızca uzun dönem sıcaklık ortalaması değildir. Mevsimlerin yapısı, yıllar arasındaki değişkenlik, yağışların dağılımı, kurak dönemlerin uzunluğu ve aşırı olayların görülme biçimi de iklimin parçasıdır.

Özellik	Hava durumu	İklim
Zaman ölçeği	Saatler, günler, birkaç hafta	Uzun yıllar boyunca örüntü
Sorduğu soru	Bugün veya bu hafta ne yaşıyoruz?	Koşullar uzun yıllar içinde nasıl bir düzen gösteriyor?
Örnek	Yarın yağmur yağması	Bölgenin yazlarının genel olarak sıcak ve kurak olması

Bu ayrımdan iki sonuç çıkar:

- Tek bir soğuk gün, küresel ısınmanın olmadığı anlamına gelmez. Tek bir sıcak gün de iklim değişikliğini tek başına kanıtlamaz.
- İklim değişikliğini değerlendirmek için uzun dönemli gözlemlere bakılır. Bunlar sıcaklık eğilimleri, yağış düzenleri, kar ve buz örtüsü, deniz seviyesi, okyanus koşulları ve aşırı olayların zaman içindeki örüntüsüdür ve birlikte değerlendirilir.

Hava durumu ile iklim ayrı kavramlardır ama ilişkisiz değildir. Günlük hava olayları içinde bulunduğumuz iklim sistemi içinde gerçekleşir. İklim değiştikçe belirli hava koşullarının oluşma olasılığı ve ortaya çıktığı ortam da değişebilir.

3. İklim sistemi ve Dünya'nın enerji dengesi

İklim, tek bir değişken tarafından belirlenen basit bir yapı değildir. Atmosfer, okyanuslar, kara yüzeyi, nehirler ve göller, kar ve buz örtüsü ile canlı sistemler birbirleriyle sürekli etkileşim içindedir. Bu bileşenlerin tümü iklim sistemini oluşturur.

Bileşen	İklim sistemindeki rolü
Atmosfer	Hava olaylarının gerçekleştiği ve sera gazlarının bulunduğu katmandır.
Okyanuslar	Büyük miktarda ısıyı depolar ve akıntılarla farklı bölgelere taşır.
Kara yüzeyi	Bitki örtüsü, toprak yapısı, rengi ve nem durumu, Güneş'ten gelen enerjinin ne kadarının yansıtılacağını veya tutulacağını etkiler.
Kar ve buz örtüsü	Gelen ışınımın önemli bir bölümünü geri yansıtır. Daha koyu kara ve deniz yüzeyleri daha fazla enerji soğurabilir.
Canlı sistemler	Ormanlar, tarım alanları, sulak alanlar ve diğer ekosistemler karbon, su ve enerji döngülerinin parçasıdır.

Enerji akışı

İklim sisteminin temel enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş'ten Dünya'ya ulaşan enerji ile Dünya'dan uzaya geri yayılan enerji arasındaki denge, gezegenin sıcaklığında temel rol oynar.

1. Gelen enerjinin bir bölümü bulutlar, atmosfer ve Dünya yüzeyi tarafından uzaya geri yansıtılır.
2. Kalan bölüm kara ve deniz yüzeyleri tarafından soğurulur ve yüzeyi ısıtır.
3. Isınan yüzey, aldığı enerjinin bir bölümünü yeniden atmosfere ve uzaya yayar.
4. Yüzeyden yayılan bu enerji Güneş'ten gelen ışınımla aynı özellikte değildir. Dünya yüzeyi enerjiyi büyük ölçüde **kızılötesi ışınım**, yani ısı enerjisi biçiminde geri yayar.

Sera etkisini anlamak için bu enerji akışını bilmek gerekir.

4. Doğal sera etkisi

Sera etkisi çoğu zaman yalnızca olumsuz bir çevre sorunu sanılır. Oysa **doğal sera etkisi**, Dünya'daki yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan temel bir fiziksel süreçtir.

Nasıl işler

1. Güneş'ten gelen enerjinin bir bölümü yüzeye ulaşır ve kara ile denizleri ısıtır.
2. Isınan yüzey enerjiyi kızılötesi ışınım olarak atmosfere geri yayar.
3. Atmosferdeki bazı gazlar bu kızılötesi enerjinin bir bölümünü soğurur.
4. Soğurulan enerji farklı yönlere yeniden yayılır. Bir bölümü uzaya gider, bir bölümü yüzeye ve alt atmosfere döner.
5. Sonuç olarak yüzey ve alt atmosfer, sera gazlarının hiç bulunmadığı bir duruma göre daha sıcak kalır.

Sera gazları olmasaydı Dünya'nın ortalama koşulları bugün bildiğimiz yaşam biçimleri için çok daha elverişsiz olurdu. Bu nedenle **doğal sera etkisinin kendisi zararlı değildir.**

> **Dikkat: Atmosfer cam örtü değildir.** Atmosfer, Dünya'nın çevresine geçirilmiş katı bir cam örtü değildir. Isı da atmosfer içinde tamamen kapalı kalmaz. Enerjinin bir bölümü sürekli olarak uzaya çıkmaya devam eder. Sera gazlarının etkisi, Dünya'dan yayılan kızılötesi enerjiyle etkileşime girmeleri ve enerji akışını değiştirmeleridir.

Doğal sera gazları

Başlıca doğal sera gazları su buharı, karbondioksit, metan, diazot monoksit ve ozondur. Bu gazlar doğal süreçlerle de atmosferde bulunur. Okyanuslar, topraklar, bitkiler, canlıların solunumu, sulak alanlar ve doğal yangınlar karbon ve diğer gazların doğal döngülerine katkıda bulunur.

Doğal kaynakların bulunması, insan faaliyetlerinden kaynaklanan ilave emisyonların önemsiz olduğu anlamına gelmez.

İki kavramı ayırmak

	Doğal sera etkisi	Güçlenen sera etkisi
Nedeni	Doğal düzeyde sera gazlarının bulunması	İnsan faaliyetleriyle sera gazı yoğunluklarının artması
Yaşam için önemi	Gereklidir	Enerji dengesini değiştirir ve uzun dönemli sıcaklık artışını destekler
Sorun mu?	Hayır	Evet

İklim değişikliği tartışmalarında sorun sera etkisinin varlığı değildir. Sorun, insan faaliyetlerinin bu doğal süreci güçlendirmesidir.

5. Güçlenen sera etkisi, küresel ısınma ve iklim değişikliği

İnsan faaliyetleri atmosferdeki sera gazı miktarını artırdığında Dünya'dan yayılan kızılötesi enerjiyle etkileşim güçlenir. İklim sisteminde tutulan enerji miktarı artar ve uzun dönemli ortalama sıcaklıklar yükselir.

- **Küresel ısınma**, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığındaki uzun dönemli artıştır.
- **İklim değişikliği** daha geniş bir süreçtir. Sıcaklık artışı atmosferde, okyanuslarda, kara yüzeylerinde, buz örtüsünde ve su döngüsünde çok sayıda değişimi harekete geçirebilir.

İklim değişikliği kapsamında görülebilecek değişimler:

- Buharlaşma koşulları değişebilir.
- Yağışların miktarı, zamanı ve mekânsal dağılımı farklılaşabilir.
- Kar örtüsünün süresi ve buzulların yapısı değişebilir.
- Deniz seviyesi, okyanusların ısınması ve kara buzlarının kaybından etkilenebilir.
- Mevsimsel döngülerde kaymalar olabilir.
- Bazı aşırı olayların görülme olasılığı, süresi veya şiddeti değişebilir.

İklim değişikliği, havaların her yerde aynı ölçüde ısınması anlamına gelmez. Bazı bölgelerde daha yoğun yağışlar, bazı bölgelerde daha belirgin kuraklık ve su stresi görülebilir. Aynı küresel eğilim farklı bölgelerde farklı yerel sonuçlar doğurabilir.

Neden-sonuç zinciri

1. İnsan faaliyetleri sera gazı yoğunluklarını artırır.
2. Artan sera gazları Dünya'nın enerji dengesini değiştirir.
3. Enerji dengesindeki değişim küresel ortalama sıcaklığın yükselmesine katkıda bulunur.
4. Sıcaklık artışı ve onunla bağlantılı süreçler daha geniş iklim sisteminde değişikliklere yol açar.

Bu nedenle küresel ısınma, iklim değişikliğinin tamamı değildir. Onun temel bileşenlerinden ve itici süreçlerinden biridir.

Güncel bilimsel durum (Eylül 2026)

Gösterge	Değer	Kaynak ve yıl
Küresel yüzey sıcaklığındaki artış (2011-2020, 1850-1900'e göre)	1,09 °C (olası aralık 0,95 ile 1,20 °C). Kara üzerinde 1,59 °C, okyanus üzerinde 0,88 °C	IPCC AR6 WGI, SPM, 2021
Tek yıl değeri (2025, 1850-1900'e göre)	1,44 ± 0,13 °C. Sekiz veri setinin ikisi 2025'i en sıcak ikinci yıl, altısı üçüncü yıl olarak sıraladı	WMO, 2026
Atmosferdeki CO_2 (2019)	410 ppm. Son en az 2 milyon yılın en yüksek düzeyi, 1750'ye göre yaklaşık %47 artış	IPCC AR6 WGI, SPM, 2021
Atmosferdeki metan (2019) ve diazot monoksit (2019)	CH_4 1.866 ppb, N_2O 332 ppb	IPCC AR6 Sentez Raporu, 2023
Küresel ortalama konsantrasyonlar (2024)	CO_2 423,9 ppm, CH_4 1.942 ppb, N_2O 338 ppb. CO_2 artışı 2023'ten 2024'e 3,5 ppm ile ölçümlerin başladığı 1957'den beri en büyük artıştır	WMO Sera Gazı Bülteni No. 21,

		2025
Mauna Loa CO_2 (Ağustos 2026 aylık ortalama)	427,55 ppm (Ağustos 2025: 425,48 ppm). Aylık değerler mevsimsel döngü gösterir, yıllık ortalama ile doğrudan karşılaştırılmamalıdır	NOAA GML, 2026
Net insan kaynaklı sera gazı emisyonları (2019)	59 ± 6,6 $GtCO_2e$. 2010'a göre yaklaşık %12, 1990'a göre yaklaşık %54 yüksek	IPCC AR6 Sentez Raporu, 2023

İnsan faaliyetlerinin, başlıca sera gazı emisyonları yoluyla, küresel ısınmaya kuşkusuz neden olduğu IPCC AR6 Sentez Raporu'nda belirtilmektedir.

> **Not:** Bu tablodaki değerler farklı kurumların, farklı yöntem ve dönemlerle yayımladığı verilerdir. Birbirleriyle doğrudan toplanmamalı ya da karşılaştırılmamalıdır. Değerler düzenli olarak güncellendiği için kullanımdan önce ilgili kurumun son yayınına bakılmalıdır.

6. Başlıca sera gazları ve insan faaliyetleri

İklim değişikliği açısından öne çıkan başlıca insan kaynaklı sera gazları **karbondioksit (CO_2)**, **metan (CH_4)**, **diazot monoksit (N_2O)** ve **florlu sera gazlarıdır**. Bu gazların atmosferde kalma süreleri ve birim miktar başına iklim üzerindeki etkileri birbirinden farklıdır.

Gaz	Başlıca insan kaynaklı emisyon kaynakları	Sanayiyle ilgili örnekler
Karbondioksit (CO_2)	Kömür, petrol ve doğal gazın elektrik üretiminde, ısınmada, ulaşımda ve sanayi tesislerinde kullanımı. Çimento gibi bazı proseslerde yakıttan bağımsız proses emisyonları. Orman kayıpları ve arazi kullanımı değişiklikleri	Kazanlar, fırınlar, jeneratörler, çimento üretimi
Metan (CH_4)	Petrol ve doğal gaz sistemlerindeki kaçaklar, kömür madenciliği, hayvancılık, organik atıkların ayrışması, düzenli depolama alanları, bazı tarımsal faaliyetler	Enerji ve atık sektörleri, gıda ve tarıma dayalı sanayi
Diazot monoksit (N_2O)	Tarımsal topraklar ve azotlu gübre kullanımı. Bazı kimyasal ve endüstriyel prosesler	Kimya sanayi
Florlu sera gazları	Çoğunlukla insan üretimi gazlardır. Soğutma ve klima sistemleri, bazı yangın söndürme sistemleri, elektrik ekipmanları, özel sanayi uygulamaları	Chiller, soğuk oda, klima, elektrik ekipmanları

Orman kayıpları ve arazi kullanımı değişiklikleri, depolanmış karbonun açığa çıkmasına ve atmosferden karbon tutma kapasitesinin azalmasına neden olabilir. Florlu gazların salınan miktarı düşük olsa bile ısı tutma etkileri güçlü olabilir.

Karbondioksit eşdeğeri

Bütün sera gazlarının iklim üzerindeki etkisi aynı değildir. Bir kilogram metan ile bir kilogram karbondioksitin etkisi eşit kabul edilmez. Bu nedenle sera gazı envanterlerinde farklı gazlar ortak bir birimde ifade edilir. Bu birim **karbondioksit eşdeğeridir (CO_2e)**. Bu yaklaşım farklı gazların etkilerinin karşılaştırılmasını ve tek bir toplam altında raporlanmasını sağlar.

Bu materyalde hesaplama ayrıntısına girilmez. Faaliyet verileri, emisyon faktörleri, küresel ısınma potansiyelleri (KIP) ve CO_2e hesapları programın sonraki derslerinde işlenir.

Yalnızca fikir vermesi için, IPCC AR6'daki 100 yıllık KIP değerleri şöyledir: CO_2 için 1, fosil kaynaklı CH_4 için 29,8, fosil olmayan kaynaklı CH_4 için 27,0, N_2O için 273 (IPCC AR6 WGI, Bölüm 7, Tablo 7.15, 2021. GHG Protocol'ün Ağustos 2024 tarihli KIP tablosunda da yer alır). Kullanılacak KIP değerleri hangi standart veya düzenlemeye göre rapor hazırlandığına bağlıdır. Bu konu ilgili derste ele alınacaktır.

Temel ilişki şudur: Enerji, sanayi, ulaşım, tarım, arazi kullanımı, atık ve soğutma sistemleri gibi farklı faaliyetler farklı sera gazlarının atmosfere salınmasına neden olabilir.

Güncel durum: Sektörel emisyon payları (2019, küresel)

Sektör	Pay	Miktar
Enerji arzı	%34	20 $GtCO_2e$
Sanayi	%24	14 $GtCO_2e$

Tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU)	%22	13 $GtCO_2e$
Ulaştırma	%15	8,7 $GtCO_2e$
Binalar	%6	3,3 $GtCO_2e$

Kaynak: IPCC AR6 Sentez Raporu, Uzun Rapor, 2023. Paylar yuvarlandığı için toplam %100'ü biraz aşabilir.

7. İklim değişikliğinin göstergeleri

İklim değişikliği tek bir gözlem veya gösterge üzerinden değerlendirilmez. Bilim insanları iklim sisteminin farklı bileşenlerinden elde edilen çok sayıda uzun dönemli gözlemi birlikte inceler.

Gösterge alanı	Neye bakılır
Sıcaklık	Kara ve deniz yüzeyi sıcaklık kayıtları
Okyanus	Yüzey sıcaklığının yanında farklı derinliklerde depolanan ısı
Buz ve kar	Dağ buzulları, kutup bölgelerindeki buz örtüsü, mevsimsel kar örtüsü
Deniz seviyesi	Uzun dönemli değişim. Okyanusların ısınması ve kara buzlarının değişimiyle bağlantılı incelenir
Yağış	Miktarın yanında mevsim, süre ve yoğunluk
Canlılar	Bitkilerin gelişme dönemleri, karın yerde kalma süresi, bazı türlerin mevsimsel davranışları

Bu göstergelerin önemi, birbirinden bağımsız çok sayıda gözlemin genel olarak tutarlı bir tablo ortaya koymasıdır.

Küresel ortalama bir eğilim her bölgede aynı sonucun ortaya çıkacağı anlamına gelmez. Etkiler bölgenin coğrafyasına, su kaynaklarına, arazi kullanımına, ekosistemlerine ve sosyoekonomik koşullarına göre farklılaşır. Bu yüzden küresel eğilimler ile yerel ve bölgesel etkiler ayrı değerlendirilmelidir.

8. Aşırı hava olayları ve iklim değişikliği

İklim değişikliği ile aşırı hava olayları arasındaki ilişki dikkatli ve bilimsel olarak doğru biçimde açıklanmalıdır.

Belirli bir sel, fırtına, kuraklık veya sıcak hava dalgası çoğunlukla tek bir nedene bağlı değildir. Doğal iklim değişkenliği, bölgenin coğrafi özellikleri, hava sistemleri, arazi kullanımı, kentleşme, altyapı koşulları ve insan faaliyetleri aynı olayın oluşumunda veya yaratacağı zararda rol oynayabilir. Bu nedenle her aşırı hava olayının doğrudan ve yalnızca iklim değişikliği nedeniyle meydana geldiğini söylemek doğru değildir.

Bununla birlikte iklim değişikliği bazı olayların meydana gelme olasılığını, süresini veya şiddetini değiştirebilir:

Olay	İklim değişikliğinin olası etkisi
Sıcak hava dalgaları	Daha yüksek ortalama sıcaklıklar nedeniyle daha yüksek bir başlangıç düzeyinde oluşabilir.
Kuraklık ve su stresi	Artan sıcaklık ve buharlaşma bazı bölgelerde toprak nemini azaltarak koşulları ağırlaştırabilir.
Şiddetli yağış	Daha sıcak bir atmosferin su döngüsü üzerindeki etkileri, uygun koşullarda şiddetli yağışların özelliklerini değiştirebilir.
Yangınlar	Sıcak, kuru ve rüzgârlı koşulların birleşmesi yangınların başlaması ve yayılması için daha elverişli ortam yaratabilir.

> **Güncel durum (IPCC AR6 WGI, 2021):** Sıcaklık uçlarının (sıcak hava dalgaları dahil) 1950'lerden beri çoğu kara bölgesinde daha sık ve daha şiddetli hâle geldiği neredeyse kesindir. İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin bu artışın ana itici gücü olduğu belirtilir. Şiddetli yağışın sıklığı ve yoğunluğu, yeterli verinin bulunduğu çoğu kara alanında 1950'lerden beri artmıştır ve insan kaynaklı iklim değişikliğinin bunun muhtemelen ana itici gücü olduğu değerlendirilir. Tarımsal ve ekolojik kuraklıklardaki artışa insan kaynaklı iklim değişikliğinin bazı bölgelerde katkı yaptığı orta güvenle değerlendirilir.

Tehlike, maruziyet ve kırılganlık

Bir doğa olayının afete dönüşmesi yalnızca fiziksel tehlikenin şiddetine bağlı değildir.

Unsur	Anlamı	Sanayiden örnek
Tehlike	Zarara yol açabilecek fiziksel olay veya eğilim	Şiddetli yağış, taşkın, sıcak hava

		dalgası
Maruziyet	İnsanların, tesislerin, yolların ve diğer varlıkların tehlike altında bulunan bölgelerde yer alması	Fabrikanın taşkın yatağında kurulu olması
Kırılganlık	Binaların, altyapının, üretim sistemlerinin ve toplulukların olaya karşı ne kadar dayanıksız olduğu	Yetersiz drenaj, bakımı yapılmamış ekipman

Erken uyarı, bakım, sigorta, acil durum planları, altyapı kalitesi ve kurumsal hazırlık kapasitesi oluşabilecek zararı önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle iklim riski değerlendirmelerinde üç unsur birlikte ele alınır: tehlike, maruziyet ve kırılganlık.

İklim değişikliği çoğu zaman mevcut tehlikeleri yaratan tek neden değildir. Bazı tehlikelerin olasılığını veya şiddetini artırabilen bir **risk çarpanıdır**.

> **Sık yapılan hatalar**
>
> - Tek bir soğuk günü küresel ısınmanın yokluğuna kanıt saymak.
> - Tek bir sel, fırtına veya sıcak hava dalgasını doğrudan ve yalnızca iklim değişikliğine bağlamak.
> - Doğal sera etkisini zararlı saymak.
> - Atmosferi Dünya'yı saran cam bir örtü gibi düşünmek.
> - Küresel ısınma ile iklim değişikliğini aynı kavram saymak.
> - Afet riskini yalnızca tehlikenin şiddetine bağlamak, maruziyet ve kırılganlığı atlamak.

9. Sanayi faaliyetlerinin iklim üzerindeki etkisi

Sanayi ile iklim değişikliği arasındaki ilişki iki yönlüdür. Birinci yön sanayi kuruluşlarının sera gazı emisyonlarıdır.

Emisyon kaynağı	Örnekler
Elektrik ve yakıt kullanımı	Üretim tesisinde kullanılan elektrik ve yakıtlar doğrudan veya dolaylı emisyona neden olabilir
Yakıt yakan ekipman	Kazanlar, fırınlar, jeneratörler, şirket araçları, forkliftler, iş makineleri
Proses emisyonları	Çimento, metal, kimya ve benzeri sektörlerde üretim prosesinin kendisinden oluşan emisyonlar
Kaçak emisyonlar	Klima, chiller, soğuk oda ve bazı yangın söndürme sistemlerindeki gaz kaçakları
Değer zinciri	Hammadde üretimi ve taşınması, ürünlerin müşterilere ulaştırılması, ambalaj, atıkların işlenmesi ve dışarıdan alınan hizmetler dolaylı emisyon yaratabilir

Sanayi yalnızca emisyon kaynağı olan bir aktör değildir. Düşük karbonlu dönüşümün gerçekleşeceği temel alanlardan biridir. Dönüşüm seçenekleri:

- Enerji verimliliği
- Yenilenebilir enerji kullanımı
- Proses iyileştirmesi
- Malzeme verimliliği
- Atıkların azaltılması ve döngüsel üretim
- Daha düşük emisyonlu teknolojiler

Amaç üretimi ortadan kaldırmak değildir. Amaç üretimin emisyon yoğunluğunu azaltmak, kaynak verimliliğini artırmak ve daha sürdürülebilir üretim modelleri geliştirmektir.

Türkiye bağlamı

- **Ulusal envanter:** TÜİK verilerine göre Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonu 2024 yılında 584,5 milyon ton CO_2e, kişi başına emisyon 6,8 ton CO_2e olmuştur. Sektör payları enerji %71,8, endüstriyel prosesler ve ürün kullanımı %12,9, tarım %12,6, atık %2,6 biçimindedir. Bu rakamlar arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık (LULUCF) hariç toplam emisyonu gösterir. Enerji sektörü CO_2 emisyonlarının %85,9'unu oluşturur (TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri 1990-2024, 27 Mart 2026).
- **İklim Kanunu:** 7552 sayılı İklim Kanunu 9 Temmuz 2025 tarihli ve 32951 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Kanun, yeşil büyüme vizyonu ve net sıfır emisyon hedefiyle iklim değişikliğiyle mücadeleyi düzenler. Ulusal bir emisyon ticaret sistemi çerçevesi kurar, sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması kurulmasına imkân tanır ve sera gazı emisyon izni gibi yükümlülükler getirir. Uygulama ayrıntıları ikincil mevzuatla belirlenir. Uygulama takvimi değişebileceği için güncel durum resmî kaynaktan kontrol edilmelidir.

10. İklim değişikliğinin sanayi üzerindeki etkisi

İlişkinin ikinci yönü, iklim değişikliğinin sanayi kuruluşları üzerindeki etkisidir.

Etki alanı	Olası sonuç
Çalışan sağlığı ve verimlilik	Aşırı sıcaklıklar çalışanların sağlığını, iş güvenliğini ve üretkenliğini etkileyebilir.
Enerji ve maliyet	Yüksek sıcaklıklar soğutma ihtiyacını artırarak enerji tüketimini ve maliyetleri yükseltebilir.
Su	Su stresi, üretimde su kullanan işletmeler için operasyonel kısıtlar yaratabilir.
Fiziksel hasar	Şiddetli yağış ve taşkınlar fabrika binalarına, makinelere, depolara, enerji altyapısına ve ulaşım bağlantılarına zarar verebilir.
Tedarik zinciri	Tesis zarar görmese bile bir tedarikçinin etkilenmesi hammadde akışını durdurabilir. Liman, yol, demiryolu veya enerji şebekesi kesintileri bütün değer zincirini etkileyebilir.
Ekonomik ve düzenleyici etkiler	Karbon maliyetleri, yeni düzenlemeler, müşteri beklentileri, ihracat koşulları, finansman kriterleri ve raporlama yükümlülükleri rekabet gücünü etkileyebilir.

İklim değişikliği sanayi kuruluşları için yalnızca çevresel bir mesele değildir. Aynı zamanda bir üretim, maliyet, yatırım, tedarik zinciri ve işletme sürekliliği meselesidir. **İklim riski aynı zamanda işletme riskidir.**

Özet

- Hava durumu kısa süreli atmosfer koşullarıdır. İklim ise sıcaklık, yağış, mevsimsellik, değişkenlik ve aşırı olayların uzun dönemli örüntüsüdür.
- Doğal sera etkisi Dünya'daki yaşam için gereklidir. Atmosfer cam örtü değildir.
- Sorun, insan faaliyetlerinin sera gazı yoğunluklarını artırarak bu doğal etkiyi güçlendirmesidir.
- Küresel ısınma, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığındaki uzun dönemli artıştır. İklim değişikliği bunun yanında yağış, su döngüsü, buz örtüsü, deniz seviyesi ve aşırı olay örüntülerindeki değişimleri de kapsar.
- Aşırı hava olayları çoğunlukla tek nedene bağlanmaz. Olayların zararı tehlike, maruziyet ve kırılganlıkla birlikte belirlenir.
- Sanayi kuruluşları hem sera gazı emisyon kaynaklarından biridir hem de iklim değişikliğinin fiziksel ve ekonomik etkilerine maruz kalır.

Bilgi kontrolü (cevaplarıyla)

1. Hava durumu ile iklim arasındaki temel fark nedir? Cevap: Hava durumu belirli yerde ve zamanda kısa süreli atmosfer koşullarıdır. İklim, sıcaklık, yağış, mevsimsellik, değişkenlik ve aşırı olayların uzun yıllar içindeki örüntüsüdür.

2. Olağanüstü soğuk bir kış günü küresel ısınmanın olmadığını gösterir mi? Cevap: Hayır. Tek bir gün hava durumudur. İklim değişikliği uzun dönemli gözlemlerle değerlendirilir.

3. Doğal sera etkisi neden gereklidir ve zararlı mıdır? Cevap: Zararlı değildir. Yüzeyin ve alt atmosferin sera gazlarının hiç bulunmadığı duruma göre daha sıcak kalmasını sağlar ve yaşam için gereklidir.

4. Güçlenen sera etkisi nedir? Cevap: İnsan faaliyetleri sonucunda sera gazı yoğunluklarının artmasıyla doğal sera etkisinin güçlenmesidir. Enerji dengesini değiştirir ve uzun dönemli sıcaklık artışını destekler.

5. Küresel ısınma ile iklim değişikliği aynı şey midir? Cevap: Hayır. Küresel ısınma ortalama yüzey sıcaklığındaki uzun dönemli artıştır. İklim değişikliği daha geniş bir süreçtir ve yağış, su döngüsü, buz örtüsü, deniz seviyesi ve aşırı olay örüntülerindeki değişimleri de kapsar.

6. Bir metan ile bir karbondioksit kilogramı neden aynı kabul edilmez ve bu sorun nasıl çözülür? Cevap: Gazların iklim üzerindeki etkisi farklıdır. Farklı gazlar karbondioksit eşdeğeri (CO_2e) biriminde ortak bir ölçüye çevrilir.

7. Belirli bir selin nedeni olarak yalnızca iklim değişikliğini göstermek neden doğru değildir? Cevap: Olay doğal değişkenlik, coğrafya, hava sistemleri, arazi kullanımı, kentleşme, altyapı ve insan faaliyetleri gibi birçok etkene bağlı olabilir. İklim değişikliği ise olayın olasılığını, süresini veya şiddetini değiştirebilir.

8. İklim riski değerlendirmesinin üç unsuru nedir? Cevap: Tehlike, maruziyet ve kırılganlık.

9. Sanayi kuruluşları iklim değişikliğiyle hangi iki yönden ilişkilidir? Cevap: Sanayi hem sera gazı emisyonlarının kaynaklarından biridir hem de iklim değişikliğinin fiziksel ve ekonomik etkilerine maruz kalır. Aynı zamanda düşük karbonlu dönüşümün temel alanlarından biridir.

10. Doğru mu yanlış mı: Sera gazları atmosferi kapalı bir örtü gibi sarar ve ısı uzaya hiç çıkamaz. Cevap: Yanlış. Atmosfer katı bir cam örtü değildir. Enerjinin bir bölümü sürekli uzaya çıkar. Sera gazları, kızılötesi enerjiyle etkileşerek enerji akışını değiştirir.

Anahtar kavramlar sözlüğü (TR – EN)

Türkçe	English
hava durumu	weather
iklim	climate
iklim sistemi	climate system
kızılötesi ışınım	infrared radiation
doğal sera etkisi	natural greenhouse effect
güçlenen sera etkisi	enhanced greenhouse effect
sera gazı	greenhouse gas (GHG)
küresel ısınma	global warming
iklim değişikliği	climate change
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
küresel ısınma potansiyeli (KIP)	global warming potential (GWP)
proses emisyonları	process emissions
kaçak emisyonlar	fugitive emissions
doğrudan emisyon	direct emission
dolaylı emisyon	indirect emission
sera gazı envanteri	GHG inventory
tehlike	hazard
maruziyet	exposure
kırılganlık	vulnerability
risk çarpanı	risk multiplier
azaltım / uyum	mitigation / adaptation
net sıfır	net zero
sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması (SKDM)	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

Kaynaklar ve güncellik notu

- IPCC, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, Working Group I katkısı, Karar Vericiler İçin Özet (SPM) ve Bölüm 7, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
- IPCC, *Climate Change 2023: Synthesis Report*, Uzun Rapor, 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/longer-report/
- IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Working Group II katkısı, 2022 (tehlike, maruziyet ve kırılganlık çerçevesi). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/
- WMO, *State of the Global Climate 2025*, WMO-No. 1391, 2026 ve basın açıklaması *WMO confirms 2025 was one of warmest years on record*. https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2025-was-one-of-warmest-years-record
- WMO, *Greenhouse Gas Bulletin No. 21*, Ekim 2025. https://wmo.int/resources/publication-series/greenhouse-gas-bulletin/wmo-greenhouse-gas-bulletin-no-21
- NOAA Global Monitoring Laboratory, *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide* (Mauna Loa). https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/
- GHG Protocol, *IPCC Global Warming Potential Values*, Ağustos 2024. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2024-08/Global-Warming-Potential-Values%20(August%202024).pdf
- TÜİK, *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2024*, 27 Mart 2026.
- T.C. Resmî Gazete, 7552 sayılı *İklim Kanunu*, 9 Temmuz 2025, sayı 32951.

Güncellik notu: Bu materyaldeki güncel değerler Eylül 2026 itibarıyla erişilebilen kaynaklara dayanır. IPCC AR6 değerleri 2019 ve 2011-2020 dönemlerine aittir. WMO, NOAA ve TÜİK verileri her yıl güncellenir. Mevzuat ve uygulama takvimleri değişebilir. Kullanımdan önce ilgili kurumun son yayını kontrol edilmelidir.

ENGLISH VERSION

LESSON 2: Climate Change, Global Warming and the Greenhouse Effect

Ders 2: İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Sera Etkisi

Program: Sanayide Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği ve Karbon Ayak İzi Eğitimi

Profile	Description
Target audience	Students, industry professionals and specialists
Scope of this material	The difference between weather and climate, the climate system, the natural and enhanced greenhouse effect, global warming and climate change, the main greenhouse gases, climate indicators, how to assess extreme weather events, and the two-way relationship between industry and climate change. Calculation methods are covered in later lessons.
Currency of information	September 2026
Related lessons	The next lesson covers the global response to climate change, the Paris Agreement, the net zero approach and the United Nations Sustainable Development Goals. Activity data, emission factors, global warming potential and carbon dioxide equivalent calculations come later in the program.

Learning outcomes

After completing this material, the learner can:

- Explain the difference between weather and climate.
- Describe the components of the climate system and the Earth's energy balance.
- Distinguish the natural greenhouse effect from the greenhouse effect enhanced by human activities.
- Explain why global warming and climate change are not the same concept.
- List the main greenhouse gases and their sources in industry.
- Assess extreme weather events using hazard, exposure and vulnerability.
- Explain the two-way relationship between industrial organizations and climate change.

1. Introduction: Two common questions

Two questions frame this lesson:

- Does an unusually cold winter day mean that global warming is not happening?
- Can a single flood in one region be attributed directly to climate change?

Answering both correctly requires separating the concepts of weather, climate, global warming and the greenhouse effect. In everyday speech these terms are often used interchangeably, but each describes a different phenomenon.

Climate change is not only an environmental issue. It also matters for production, resource use, supply chains and business continuity.

2. The difference between weather and climate

Weather is the short-term atmospheric conditions observed at a specific place and time. Rain, a sunny day, stronger wind, a falling night temperature and morning fog are weather observations. Weather can change significantly within hours, days or a few weeks. Daily forecasts address these short-term conditions.

Climate refers to a much longer time scale. The general pattern of temperature, precipitation, humidity, wind and seasonal conditions in a region over many years is that region's climate. A region with hot, dry summers and cool, wet winters is an example. A single cool summer day does not erase this long-term pattern.

Climate is not only a long-term average temperature. The structure of the seasons, year-to-year variability, the distribution of precipitation, the length of dry spells and the way extreme events occur are also parts of climate.

Feature	Weather	Climate
Time scale	Hours, days, a few weeks	Pattern over many years
Question it answers	What are we experiencing today or this week?	How do conditions behave over many years?
Example	Rain tomorrow	A region's summers being generally hot and dry

Two conclusions follow:

- A single cold day does not mean global warming is not happening. A single hot day does not prove climate change on its own.
- Assessing climate change requires long-term observations. These include temperature trends, precipitation patterns, snow and ice cover, sea level, ocean conditions and the pattern of extreme events over time, evaluated together.

Weather and climate are separate concepts but they are not unrelated. Daily weather events take place within the climate system we live in. As the climate changes, the likelihood of certain weather conditions and the setting in which they occur can also change.

3. The climate system and the Earth's energy balance

Climate is not a simple structure determined by one variable. The atmosphere, oceans, land surface, rivers and lakes, snow and ice cover and living systems interact continuously. Together these components form the climate system.

Component	Role in the climate system
Atmosphere	The layer where weather occurs and where greenhouse gases are found.
Oceans	Store large amounts of heat and transport it to different regions through currents.
Land surface	Vegetation, soil structure, color and moisture affect how much of the incoming solar energy is reflected or retained.
Snow and ice cover	Reflect a large share of incoming radiation. Darker land and sea surfaces can absorb more energy.
Living systems	Forests, agricultural land, wetlands and other ecosystems are part of the carbon, water and energy cycles.

Energy flow

The Sun is the main energy source of the climate system. The balance between the energy reaching the Earth from the Sun and the energy radiated from the Earth back to space plays the central role in the planet's temperature.

1. Part of the incoming energy is reflected back to space by clouds, the atmosphere and the Earth's surface.
2. The remainder is absorbed by land and ocean surfaces and warms the surface.
3. The warmed surface radiates part of the energy it received back to the atmosphere and to space.
4. This energy is not the same kind of radiation as sunlight. The Earth's surface returns energy mostly as **infrared radiation**, that is, heat energy.

Understanding the greenhouse effect requires understanding this energy flow.

4. The natural greenhouse effect

The greenhouse effect is often seen only as an environmental problem. In fact, the **natural greenhouse effect** is a basic physical process that is necessary to sustain life on Earth.

How it works

1. Part of the energy from the Sun reaches the surface and warms land and oceans.
2. The warmed surface radiates energy back to the atmosphere as infrared radiation.
3. Some gases in the atmosphere absorb part of this infrared energy.
4. The absorbed energy is re-emitted in different directions. Part of it goes to space and part returns toward the surface and lower atmosphere.
5. As a result, the surface and lower atmosphere stay warmer than they would be if no greenhouse gases were present.

Without greenhouse gases, the Earth's average conditions would be far less suitable for the ways of life we know today. Therefore, **the natural greenhouse effect itself is not harmful.**

> **Caution: The atmosphere is not a glass cover.** The atmosphere is not a solid glass cover placed around the Earth. Heat does not stay completely enclosed in the atmosphere. Part of the energy continues to escape to space all the time. Greenhouse gases work by interacting with the infrared energy emitted from the Earth and changing the energy flow.

Natural greenhouse gases

The main natural greenhouse gases are water vapor, carbon dioxide, methane, nitrous oxide and ozone. These gases are also present in the atmosphere through natural processes. Oceans, soils, plants, respiration of living organisms, wetlands and natural fires contribute to the natural cycles of carbon and other gases.

The existence of natural sources does not mean that additional emissions from human activities are insignificant.

Separating the two concepts

	Natural greenhouse effect	Enhanced greenhouse effect
Cause	Presence of greenhouse gases at natural levels	Rising greenhouse gas concentrations from human activities
Importance for life	Necessary	Changes the energy balance and supports long-term warming
Is it a problem?	No	Yes

In the climate change debate, the problem is not the existence of the greenhouse effect. The problem is that human activities strengthen this natural process.

5. The enhanced greenhouse effect, global warming and climate change

When human activities increase the amount of greenhouse gases in the atmosphere, their interaction with infrared energy emitted from the Earth becomes stronger. The amount of energy retained in the climate system increases and long-term average temperatures rise.

- **Global warming** is the long-term increase in the Earth's average surface temperature.
- **Climate change** is a broader process. Rising temperature can set off many changes in the atmosphere, oceans, land surfaces, ice cover and the water cycle.

Changes that can occur within climate change:

- Evaporation conditions may change.
- The amount, timing and spatial distribution of precipitation may differ.
- The duration of snow cover and the structure of glaciers may change.
- Sea level may be affected by ocean warming and loss of land ice.
- Seasonal cycles may shift.
- The likelihood, duration or intensity of some extreme events may change.

Climate change does not mean that every place warms by the same amount. Some regions may see heavier rainfall, while others may see more pronounced drought and water stress. The same global trend can produce different local outcomes in different regions.

The cause-and-effect chain

1. Human activities increase greenhouse gas concentrations.
2. Rising greenhouse gases change the Earth's energy balance.
3. The change in energy balance contributes to a rise in global average temperature.
4. The temperature rise and related processes lead to changes in the wider climate system.

Therefore, global warming is not the whole of climate change. It is one of its main components and driving processes.

Current scientific status (September 2026)

Indicator	Value	Source and year

Global surface temperature increase (2011-2020, relative to 1850-1900)	1.09 °C (likely range 0.95 to 1.20 °C). Over land 1.59 °C, over oceans 0.88 °C	IPCC AR6 WGI, SPM, 2021
Single-year value (2025, relative to 1850-1900)	1.44 ± 0.13 °C. Two of eight datasets ranked 2025 the second warmest year and six ranked it third	WMO, 2026
Atmospheric CO_2 (2019)	410 ppm. Highest in at least 2 million years, about 47% above 1750	IPCC AR6 WGI, SPM, 2021
Atmospheric methane (2019) and nitrous oxide (2019)	CH_4 1,866 ppb, N_2O 332 ppb	IPCC AR6 Synthesis Report, 2023
Global mean concentrations (2024)	CO_2 423.9 ppm, CH_4 1,942 ppb, N_2O 338 ppb. The CO_2 rise from 2023 to 2024 was 3.5 ppm, the largest since measurements began in 1957	WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 21, 2025
Mauna Loa CO_2 (August 2026 monthly mean)	427.55 ppm (August 2025: 425.48 ppm). Monthly values follow a seasonal cycle and should not be compared directly with annual means	NOAA GML, 2026
Net anthropogenic GHG emissions (2019)	59 ± 6.6 $GtCO_2e$. About 12% higher than 2010 and about 54% higher than 1990	IPCC AR6 Synthesis Report, 2023

IPCC AR6 states that human activities, principally through emissions of greenhouse gases, have unequivocally caused global warming. This statement appears in the IPCC AR6 Synthesis Report.

> **Note:** The values in this table come from different institutions, methods and periods. They should not be added together or compared directly. Because values are updated regularly, check the latest publication of the relevant institution before use.

6. Main greenhouse gases and human activities

The main human-caused greenhouse gases for climate change are **carbon dioxide (CO_2)**, **methane (CH_4)**, **nitrous oxide (N_2O)** and **fluorinated greenhouse gases**. These gases differ in how long they stay in the atmosphere and in their climate effect per unit amount.

Gas	Main human-caused emission sources	Industry-related examples
Carbon dioxide (CO_2)	Use of coal, oil and natural gas for electricity generation, heating, transport and industrial facilities. Process emissions independent of fuel use in some processes such as cement. Deforestation and land-use change	Boilers, furnaces, generators, cement production
Methane (CH_4)	Leaks in oil and gas systems, coal mining, livestock, decomposition of organic waste, landfills, some agricultural activities	Energy and waste sectors, food and agriculture-based industry
Nitrous oxide (N_2O)	Agricultural soils and nitrogen fertilizer use. Some chemical and industrial processes	Chemical industry
Fluorinated greenhouse gases	Mostly human-made gases. Refrigeration and air conditioning, some fire suppression systems, electrical equipment, specialized industrial applications	Chillers, cold rooms, air conditioning, electrical equipment

Forest loss and land-use change can release stored carbon and reduce the capacity to remove carbon from the atmosphere. Even when released in small amounts, fluorinated gases can have strong heat-trapping effects.

Carbon dioxide equivalent

Not all greenhouse gases have the same climate effect. One kilogram of methane and one kilogram of carbon dioxide are not treated as equal in effect. Therefore, GHG inventories express different gases in a common unit. This unit is **carbon dioxide equivalent (CO_2e)**. The approach allows the effects of different gases to be compared and reported under a single total.

This material does not go into calculation detail. Activity data, emission factors, global warming potentials (GWP) and CO_2e calculations are covered in later lessons of the program.

For orientation only, the 100-year GWP values in IPCC AR6 are: 1 for CO_2, 29.8 for fossil methane, 27.0 for non-fossil methane and 273 for N_2O (IPCC AR6 WGI, Chapter 7, Table 7.15, 2021. Also listed in the GHG Protocol GWP table of August 2024). The GWP values to use depend on the standard or regulation that a report follows. This topic is covered in the relevant lesson.

The basic relationship is this: different activities such as energy, industry, transport, agriculture, land use, waste and refrigeration systems can release different greenhouse gases into the atmosphere.

Current status: Sector shares of emissions (2019, global)

Sector	Share	Amount
Energy supply	34%	20 $GtCO_2e$
Industry	24%	14 $GtCO_2e$
Agriculture, forestry and other land use (AFOLU)	22%	13 $GtCO_2e$
Transport	15%	8.7 $GtCO_2e$
Buildings	6%	3.3 $GtCO_2e$

Source: IPCC AR6 Synthesis Report, Longer Report, 2023. Because shares are rounded, the total may slightly exceed 100%.

7. Indicators of climate change

Climate change is not assessed from a single observation or indicator. Scientists examine many long-term observations from different components of the climate system together.

Indicator area	What is examined
Temperature	Land and sea surface temperature records
Ocean	Surface temperature and also heat stored at different depths
Ice and snow	Mountain glaciers, polar ice sheets, seasonal snow cover
Sea level	Long-term change. Studied together with ocean warming and changes in land ice
Precipitation	The amount, and also the season, duration and intensity
Living systems	Plant growing seasons, duration of snow on the ground, seasonal behavior of some species

The importance of these indicators is that many independent observations give a broadly consistent picture.

A global average trend does not mean the same result will occur everywhere. Impacts differ with a region's geography, water resources, land use, ecosystems and socioeconomic conditions. Global trends and local or regional impacts must therefore be assessed separately.

8. Extreme weather events and climate change

The relationship between climate change and extreme weather events must be explained carefully and in a scientifically accurate way.

A specific flood, storm, drought or heatwave usually does not have a single cause. Natural climate variability, regional geography, weather systems, land use, urbanization, infrastructure conditions and human activities can all play a role in how an event forms or how much damage it causes. Therefore, it is not accurate to say that every extreme weather event occurs directly and solely because of climate change.

At the same time, climate change can alter the likelihood, duration or intensity of some events:

Event	Possible effect of climate change
Heatwaves	Can occur from a higher baseline because average temperatures are higher.
Drought and water stress	Rising temperature and evaporation can reduce soil moisture in some regions and worsen conditions.
Heavy rainfall	The effects of a warmer atmosphere on the water cycle can change the characteristics of heavy rainfall under suitable conditions.
Fires	Hot, dry and windy conditions together can create a more favorable environment for fires to start and spread.

> **Current status (IPCC AR6 WGI, 2021):** It is virtually certain that hot extremes (including heatwaves) have become more frequent and more intense across most land regions since the 1950s. Human-induced climate change is identified as the main driver of this increase. The frequency and intensity of heavy precipitation have increased since the 1950s over most land areas with sufficient data, and human-induced climate change is likely the main driver. Human-induced climate change has contributed to increases in agricultural and ecological droughts in some regions, with medium confidence.

Hazard, exposure and vulnerability

Whether a natural event turns into a disaster does not depend only on the intensity of the physical hazard.

Element	Meaning	Industrial example
Hazard	The physical event or trend that may cause harm	Heavy rainfall, flood, heatwave
Exposure	People, facilities, roads and other assets being located in hazard-prone areas	A factory built on a flood plain
Vulnerability	How susceptible buildings, infrastructure, production systems and communities are to the event	Poor drainage, unmaintained equipment

Early warning, maintenance, insurance, emergency plans, infrastructure quality and institutional preparedness strongly affect the damage that may occur. Climate risk assessments therefore consider three elements together: hazard, exposure and vulnerability.

Climate change is often not the only cause that creates existing hazards. It is a **risk multiplier** that can increase the likelihood or intensity of some hazards.

> **Common mistakes**
>
> - Treating a single cold day as proof that global warming is not happening.
> - Attributing a single flood, storm or heatwave directly and solely to climate change.
> - Regarding the natural greenhouse effect as harmful.
> - Picturing the atmosphere as a glass cover around the Earth.
> - Treating global warming and climate change as the same concept.
> - Basing disaster risk only on hazard intensity and ignoring exposure and vulnerability.

9. The impact of industrial activities on the climate

The relationship between industry and climate change is two-way. The first direction is the greenhouse gas emissions of industrial organizations.

Emission source	Examples
Electricity and fuel use	Electricity and fuels used at a production facility can cause direct or indirect emissions
Fuel-burning equipment	Boilers, furnaces, generators, company vehicles, forklifts, construction machinery
Process emissions	Emissions from the production process itself in cement, metals, chemicals and similar sectors
Fugitive emissions	Gas leaks from air conditioning, chillers, cold rooms and some fire suppression systems
Value chain	Raw material production and transport, delivery of products to customers, packaging, waste treatment and purchased services can create indirect emissions

Industry is not only a source of emissions. It is also one of the main areas where the low-carbon transition will take place. Transformation options include:

- Energy efficiency
- Use of renewable energy
- Process improvement

- Material efficiency
- Waste reduction and circular production
- Lower-emission technologies

The aim is not to eliminate production. The aim is to reduce the emission intensity of production, increase resource efficiency and develop more sustainable production models.

Türkiye context

- **National inventory:** According to TÜİK, Türkiye's total greenhouse gas emissions in 2024 were 584.5 million tonnes CO_2e, or 6.8 tonnes CO_2e per capita. Sector shares were energy 71.8%, industrial processes and product use 12.9%, agriculture 12.6% and waste 2.6%. These figures show total emissions excluding land use, land-use change and forestry (LULUCF). The energy sector accounts for 85.9% of CO_2 emissions (TÜİK, Greenhouse Gas Emission Statistics 1990-2024, 27 March 2026).
- **Climate Law:** Climate Law No. 7552 was published in the Official Gazette No. 32951 on 9 July 2025. The law regulates combating climate change with a green growth vision and a net zero emission target. It sets up a framework for a national emissions trading system, allows the establishment of a carbon border adjustment mechanism and introduces obligations such as greenhouse gas emission permits. Implementation details are set by secondary legislation. Because the implementation timeline may change, the current status should be checked against the official source.

10. The impact of climate change on industry

The second direction of the relationship is the effect of climate change on industrial organizations.

Impact area	Possible result
Worker health and productivity	Extreme temperatures can affect workers' health, occupational safety and productivity.
Energy and cost	High temperatures can increase cooling demand, raising energy consumption and costs.
Water	Water stress can create operational constraints for businesses that use water in production.
Physical damage	Heavy rainfall and floods can damage factory buildings, machinery, warehouses, energy infrastructure and transport links.
Supply chain	Even if a facility is not damaged, an affected supplier can stop the flow of raw materials. Disruptions at ports, roads, railways or power grids can affect the whole value chain.
Economic and regulatory effects	Carbon costs, new regulations, customer expectations, export conditions, financing criteria and reporting obligations can affect competitiveness.

For industrial organizations, climate change is not only an environmental matter. It is also a matter of production, cost, investment, supply chain and business continuity. **Climate risk is also business risk.**

Summary

- Weather is short-term atmospheric conditions. Climate is the long-term pattern of temperature, precipitation, seasonality, variability and extreme events.
- The natural greenhouse effect is necessary for life on Earth. The atmosphere is not a glass cover.
- The problem is that human activities strengthen this natural effect by raising greenhouse gas concentrations.
- Global warming is the long-term increase in the Earth's average surface temperature. Climate change also covers changes in precipitation, the water cycle, ice cover, sea level and patterns of extreme events.
- Extreme weather events are usually not attributed to a single cause. The damage from an event is determined by hazard, exposure and vulnerability together.
- Industrial organizations are both a source of greenhouse gas emissions and exposed to the physical and economic effects of climate change.

Knowledge check (with answers)

1. What is the basic difference between weather and climate? Answer: Weather is short-term atmospheric conditions at a specific place and time. Climate is the long-term pattern of temperature, precipitation, seasonality, variability and extreme events over many years.

2. Does an unusually cold winter day show that global warming is not happening? Answer: No. A single day is weather. Climate change is assessed with long-term observations.

3. Why is the natural greenhouse effect necessary, and is it harmful? Answer: It is not harmful. It keeps the surface and lower atmosphere warmer than they would be without greenhouse gases and is necessary for life.

4. What is the enhanced greenhouse effect? Answer: It is the strengthening of the natural greenhouse effect as greenhouse gas concentrations rise through human activities. It changes the energy balance and supports long-term warming.

5. Are global warming and climate change the same thing? Answer: No. Global warming is the long-term increase in average surface temperature. Climate change is a broader process that also covers changes in precipitation, the water cycle, ice cover, sea level and patterns of extreme events.

6. Why are one kilogram of methane and one kilogram of carbon dioxide not treated as equal, and how is this handled? Answer: The gases have different climate effects. Different gases are converted to a common measure in the unit carbon dioxide equivalent (CO_2e).

7. Why is it inaccurate to attribute a specific flood solely to climate change? Answer: An event can depend on many factors such as natural variability, geography, weather systems, land use, urbanization, infrastructure and human activities. Climate change can change the likelihood, duration or intensity of the event.

8. What are the three elements of a climate risk assessment? Answer: Hazard, exposure and vulnerability.

9. In which two ways are industrial organizations related to climate change? Answer: Industry is both a source of greenhouse gas emissions and exposed to the physical and economic effects of climate change. It is also one of the main areas of the low-carbon transition.

10. True or false: Greenhouse gases wrap the atmosphere like a closed cover and heat can never escape to space. Answer: False. The atmosphere is not a solid glass cover. Part of the energy continues to escape to space all the time. Greenhouse gases change the energy flow by interacting with infrared energy.

Key concepts glossary (TR – EN)

Türkçe	English
hava durumu	weather
iklim	climate
iklim sistemi	climate system
kızılötesi ışınım	infrared radiation
doğal sera etkisi	natural greenhouse effect
güçlenen sera etkisi	enhanced greenhouse effect
sera gazı	greenhouse gas (GHG)
küresel ısınma	global warming
iklim değişikliği	climate change
karbondioksit eşdeğeri (CO_2e)	carbon dioxide equivalent (CO_2e)
küresel ısınma potansiyeli (KIP)	global warming potential (GWP)
proses emisyonları	process emissions
kaçak emisyonlar	fugitive emissions
doğrudan emisyon	direct emission
dolaylı emisyon	indirect emission
sera gazı envanteri	GHG inventory
tehlike	hazard
maruziyet	exposure
kırılganlık	vulnerability
risk çarpanı	risk multiplier
azaltım / uyum	mitigation / adaptation

net sıfır	net zero
sınır ötesi karbon düzenleme mekanizması (SKDM)	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

Sources and note on currency

- IPCC, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, Working Group I contribution, Summary for Policymakers (SPM) and Chapter 7, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
- IPCC, *Climate Change 2023: Synthesis Report*, Longer Report, 2023. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/longer-report/
- IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Working Group II contribution, 2022 (hazard, exposure and vulnerability framing). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/
- WMO, *State of the Global Climate 2025*, WMO-No. 1391, 2026, and press release *WMO confirms 2025 was one of warmest years on record*. https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2025-was-one-of-warmest-years-record
- WMO, *Greenhouse Gas Bulletin No. 21*, October 2025. https://wmo.int/resources/publication-series/greenhouse-gas-bulletin/wmo-greenhouse-gas-bulletin-no-21
- NOAA Global Monitoring Laboratory, *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide* (Mauna Loa). https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/
- GHG Protocol, *IPCC Global Warming Potential Values*, August 2024. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2024-08/Global-Warming-Potential-Values%20(August%202024).pdf
- TÜİK (Turkish Statistical Institute), *Greenhouse Gas Emission Statistics, 1990-2024*, 27 March 2026.
- Republic of Türkiye Official Gazette, Climate Law No. 7552, 9 July 2025, issue 32951.

Note on currency: The current values in this material rely on sources accessible as of September 2026. IPCC AR6 values refer to 2019 and 2011-2020. WMO, NOAA and TÜİK data are updated every year. Legislation and implementation timelines may change. Check the latest publication of the relevant institution before use.