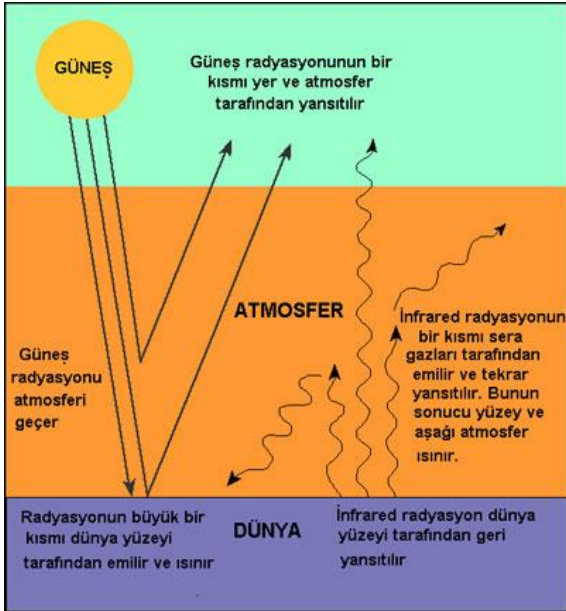


## 1. İklim Değişikliği Nedir?

İklim, en basit ifadeyle, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm *hava koşullarının* ortalama durumu olarak tanımlanabilir.

Yerküre'mizin en karmaşık yapılarından birisi olan iklim sistemi; atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buzullar, okyanus ve diğer su kütleleri ve canlılar arasındaki karşılıklı etkileşiminin bir sonucunu yansıtmaktadır.

İklim sisteminde yaşanan değişikliklerin temel nedeni, Yerküre'nin ışıınım dengesinin değişime uğramasıdır. Ortalama koşullarda, Yerküre/atmosfer sistemine giren kısa dalgalı güneş enerjisi ile geri salınan uzun dalgalı yer ışıınımının dengede olması beklenmektedir.



Şekil 1: Sera Etkisi (Climate Leaders, 2010)

Yerküre atmosferinin yapısı içerisinde çok küçük miktarlarda bulunan ve *doğal sera gazları* olarak adlandırılan bazı gazlar (su buharı, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ve O<sub>3</sub>), gelen Güneş ışıınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışıınımına karşı çok daha az geçirgen bir yapıya sahiptir. Böylelikle, sera gazlarının varlığı, Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasına yol açmaktadır. *Sera etkisi* olarak adlandırılan ve yüz milyonlarca yıldan beri Yerküre'mizin ısı dengesini

düzenleyen bu doğal süreç, Yerküre'mizin, bu sürecin bulunmadığı ortam koşullarına göre, yaklaşık 33°C daha sıcak bir ortalama sıcaklığa sahip olmasına yol açmaktadır (Şekil 1).

Ancak, Güneş ışıınımı ile Yer ışıınımı arasındaki bu dengeyi değiştiren herhangi bir etmen, iklim sistemini de etkilemektedir. Bu etmenler, kimi zaman doğal süreçlerle kimi zaman da insan kaynaklı etkinlikler nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yerküre'nin ışıınım dengesi;

1. Güneşten gelen ışıınımların değişmesi,
2. Yeryüzünden yansıyan ışıınım oranının değişmesi,
3. Yeryüzünden uzaya yansıyan uzun dalga boylu ışıınımın değişmesi olarak,

üç temel zorlamayla değişebilir.

İşınımsal zorlamaların artması halinde Yerküre'nin ısı enerjisinde artış (ortalama sıcaklıkların artması), işınımsal zorlamaların azalması halinde Yerküre'nin ısı enerjisinde azalma (ortalama sıcaklıkların azalması) beklenmelidir (Tablo 1).

**Tablo 1:** İklim Değişikliğine Etki Eden İç ve Dış Faktörler (Arıkan & Özsoy, 2008)

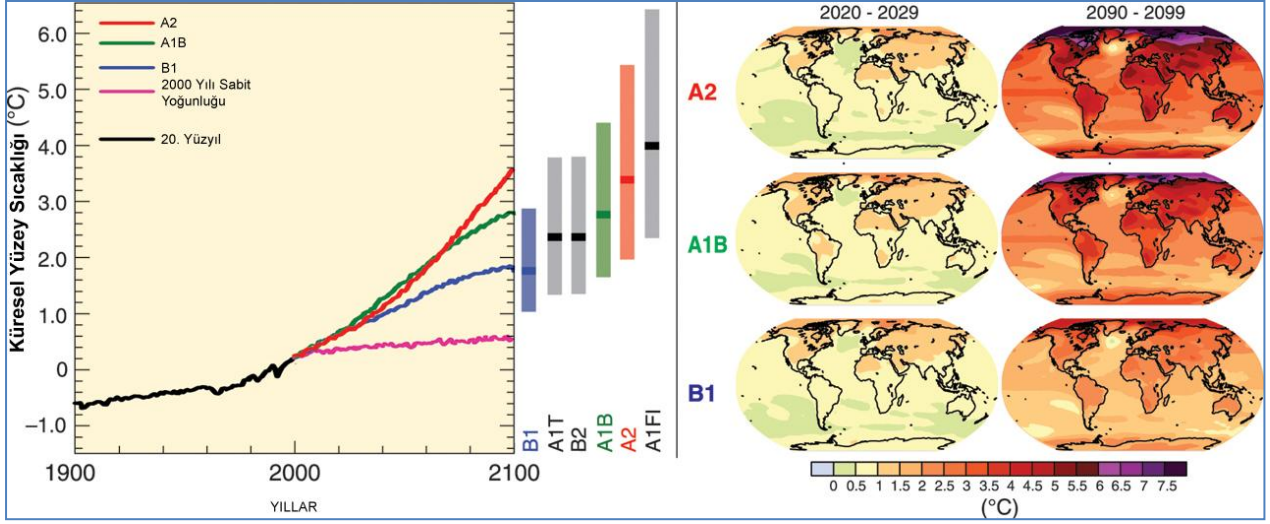
İşınımsal Zorlamalar	Örnek Süreçler	Yerküre Isı Dengesine Etkisi
Güneşten Gelen İşınımların Değişmesi	Yerküre'nin yapısı ve Güneş çevresindeki yörüngesindeki farklılıklar (Milankovitch Döngüleri)	+ / -
	Güneşte Yaşanan Patlamalar	+
Yeryüzünden Yansıyan İşınım Miktarının Değişmesi	Atmosferdeki bulutluluk oranının artması	-
	Orman yangınları ve volkanik patlamalar nedeniyle atmosferde aerosol birikiminin artması	-
	İnsan etkinliklerinde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle atmosferde aerosol birikiminin artması	-
	Orman alanlarının tarım, konut ya da sanayi etkinliklerine yer kazandırmak için yok edilmesi	+
	Güneş ışınlarını doğrudan geri yansıtma özelliğine sahip buzul alanlarının eriyerek azalması	+
Yeryüzünden Uzaya Yansıyan Uzun Dalga Boylu İşınımın Değiş.	Stratosferdeki Ozon Tabakasının incelmesine neden olan Chloroflourocarbon gazlarının (CFC) artması	+
	Orman yangınları ve volkanik patlamalar nedeniyle atmosfere sera etkisi yaratan gazların birikiminin artması	+
Yeryüzünden Uzaya Yansıyan Uzun Dalga Boylu İşınımın Değiş.	İnsan etkinliklerinde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle atmosferde sera etkisi yaratan gazların birikiminin artması	+

İnsan etkinliklerine bağlı olarak atmosferdeki sera gazı birikimlerinin değişmesi, bir dizi zincirleme süreci tetiklemektedir. İlk aşamada ortaya çıkan küresel ortalama sıcaklıklarındaki artış, başta yağış rejimlerinde düzensizlikler olmak üzere küresel iklim sistemlerinde çeşitli değişimlere yol açmakta, bu değişimler ise doğal kaynakların varlığını ve dağılımını etkilemekte, bu düzensizlik ise tekrar sosyo-ekonomik yapılara yansımaktadır.

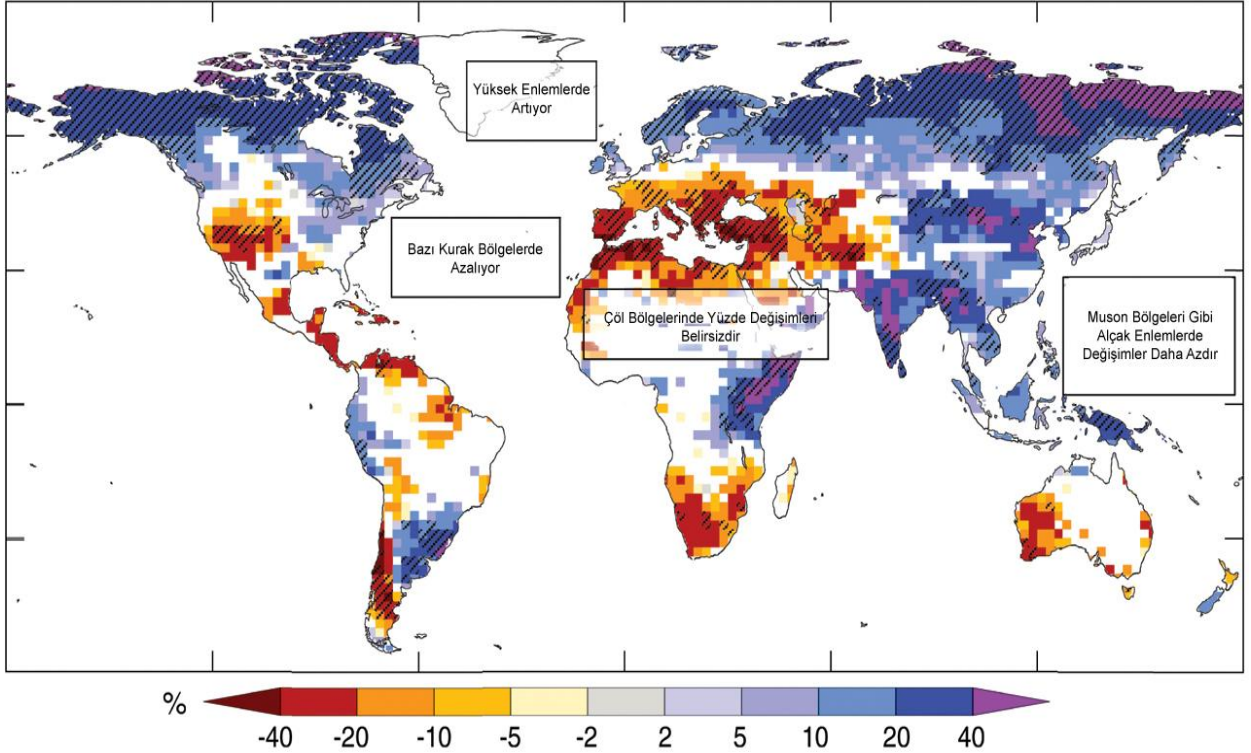
Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 207 yılında tamamlanan 4. Değerlendirme Raporu (AR4) bulgularına göre; enerji, sanayi, ulaşım, tarım, atık, ormancılık ve arazi kullanımı sektörlerinden kaynaklanan toplam 6 temel sera gazının salımı, 1970-2004 arasında %70 artarak 49 milyar ton eş-CO<sub>2</sub> düzeyine çıkmıştır. Bu süreçte 1995-2004 dönemindeki yıllık artış hızı, 1970-1994 dönemindeki yıllık artışın 2 katına yaklaşmıştır (Tablo 2). Çeşitli senaryolara göre atmosferdeki sera gazlarının birikimlerinde ve buna bağlı olarak küresel ortalama sıcaklıklarda görülen artışlar beklenenden hızlı bir şekilde gelişmektedir (Şekil 2). Ayrıca, yağış rejimlerindeki düzensizlikler gelecekte su kaynaklarının kullanımında problemler ile karşılaşılmasına yol açabilecektir (Şekil 3).

**Tablo 2:** Atmosferdeki Doğal Sera Gazları Birikimindeki Değişimler (Arıkan & Özsoy, 2008)

Sera Gazları	Sanayi Öncesi Atmosferik Birikim Değeri	2005 Atmosferik Birikim Değeri	1750-2005 Arası toplam Artış Yüzdesi
CO <sub>2</sub>	280 ppm	379 ppm	%35
CH <sub>4</sub>	715 ppb	1774 ppb	%148
N <sub>2</sub> O	270 ppb	319 ppb	%18



**Şekil 2:** Çeşitli Senaryolara Göre Atmosferdeki, Sera Gazlarının Birikimlerinde ve Buna Bağlı Olarak Küresel Ortalama Sıcaklıklarda Öngörülen Artışlar (IPCC, 2007)



**Şekil 3:** Yağış Rejimlerindeki Düzensizlikler (IPCC, 2007)

**Tablo 3: Küresel İklimde Gözlemlenen Başlıca Değişiklikler (Arıkan & Özsoy, 2008)**

<b>Sıcaklık</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sanayi Devrimi'nden itibaren aletli gözlem kayıtlarında yer alan en sıcak 12 yılın 11'i 1995-2006 yılları arasında yaşanmıştır.</li><li>- Küresel ortalama yüzey sıcaklıkları için güncellenen 100 yıllık (1906-2005) doğrusal eğilimin büyüklüğü, 0,74°C'ye ulaşmıştır (0,74 ± 0.18°C).</li><li>- Doğrusal ısınma eğilimi, son 50 yıllık dönemde, geçen 100 yıllık dönemin yaklaşık iki katı olmuştur (0.13°C/10 yıl).</li><li>- Arktik bölgede 19. Yüzyıldan 21. Yüzyıla ve 1960'lardan günümüze kadar dönemki ısınma, küresel ortalamaların iki katıdır.</li><li>- Donlu günler ve en soğuk günler sayısı azalmıştır.</li><li>- Okyanus sularının ortalama sıcaklıkları en az 3000 m derinliğe kadar ısınmıştır.</li></ul>
<b>Yağış Rejimi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 1900'den 2005 yılını kapsayan yağış gözlemlerine göre; Kuzey ve Güney Amerika'nın doğusunda, Kuzey Avrupa'da, Kuzey ve güney Orta Asya'da yağışın artıyor, Sahel, Akdeniz Havzası, Güney Afrika ve Güney Asya'nın bir bölümünde ise önemli ölçüde azalıyor.</li><li>- 1970'li yıllardan itibaren tropikler ve subtropiklerde daha şiddetli ve uzun kuraklıklar gözlemlendi.</li><li>- Aşırı yağış ve Tropik Siklon olaylarında hissedilir artış gözlemlendi.</li></ul>
<b>Buzul Bölgeleri</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Permafrost tabakasının yüzey sıcaklığında 1980'lerden beri gözlenen artış 3°C'dir.</li><li>- Kuzey Yarı Küre'de mevsimlik olarak donan toprakların kapladığı maksimum alan 1900 yılından bu yana yaklaşık %7, ilkbaharda %15 azalmıştır.</li><li>- 1980'lerden itibaren ilkbaharda karla kaplı alanlar her on yıl için ortalama %2.7, yaz aylarında %7.4 azalmaktadır.</li></ul>

Bu çerçevede, günümüzde mevcut uygulamalar çerçevesindeki en iyimser ve en kötümser senaryolar dikkate alındığında, 2100 yılı itibarı ile küresel ortalama sıcaklıkların, Sanayi Devrimi öncesiyle karşılaştırıldığında, 2.7 ile 5.8°C arasında artabileceği öngörülmektedir. Öngörülen sıcaklık artışlarının, 20. Yüzyılda gözlenen değişikliklerden daha büyük olabileceği ve eski iklim verilerine dayanarak, yüksek bir olasılıkla, son 10.000 yılda görülebilecek en büyük sıcaklık artışı olarak kayıtlara geçebileceği düşünülmektedir (Tablo 4).

**Tablo 4:** 21. Yüzyılda Yaşanacak İklimsel Değişikliklerin Olası Etkileri (Arıkan & Özsoy, 2008)

<b>Ekosistemler</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pek çok ekosistemin direnme kapasitesi aşılabilecektir.</li><li>- 21. Yüzyılın ortalarından itibaren orman alanları ve okyanusların yutak özellikleri ortadan kalkarak iklimsel değişiklikleri hızlandırabilecektir.</li><li>- Ortalama sıcaklık artışının Sanayi Devrimi öncesine göre 2°C'yi aşması halinde bitki ve hayvan türlerinin %30'u yok olabilecektir.</li></ul>
<b>Gıda</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Orta ve yüksek enlemlerde, bölgesel ölçekte, bazı bitki türlerinde sınırlı verim artışı beklenebilecektir.</li><li>- Ancak nüfusun daha yoğun olduğu alçak enlemlerde, kurak ve tropik bölgelerde tarım üretiminin ciddi azalarak açlık tehlikesinin artabileceği öngörülmektedir.</li></ul>
<b>Kıyılar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kıyı erozyonu ve insan kaynaklı baskılar nedeniyle kıyı alanlarındaki riskler şiddetlenebilecektir.</li><li>- 2080'li yıllarda, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alçak konumlu mega deltalara sahip Asya ve Afrika'da etkiler daha da ciddi hissedilecektir.</li></ul>
<b>Yerleşim Alanları</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kıyı ve nehir deltalarında kurulu, iklimsel değişikliklerden çabuk etkilenebilecek kaynaklara dayalı ekonomi ve sektörler ile hızlı büyüyen kentler, daha fazla etkilenebilecektir.</li></ul>
<b>Sağlık</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yetersiz beslenme, aşırı hava olayları, salgın hastalıklar milyonlarca insanı etkileyebilecektir.</li><li>- Etkilenme derecesi ise eğitim, halk sağlığı altyapısı ve ekonomik duruma göre farklılık gösterebilecektir.</li></ul>
<b>Su Kaynakları</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Buzulların yok olması, kar örtülerinin erimesi nedeniyle dünya nüfusunun 1/6'sının tatlı su kaynakları ciddi oranda azalacaktır.</li><li>- 2050 itibarı ile yüksek enlemlerde yüzey akışları %30'a varan oranda artarken Akdeniz de dahil olmak üzere, bazı orta enlemlerde su kaynakları %40'a varan oranda azalabilecektir.</li></ul>