

# Küresel Isınma ve Değişen Dünya İklimi

**Hawaii'de kayak yapmaya ve kutuplarda güneşlenmeye az bir süre kaldı**

**Prof. Dr. Adil Denizli**  
**Sinan Akgöi**  
Hacettepe Üni. Kimya Böl.  
Biyokimya ABD

**I**klım değişikliği bölgesel olarak görülen mevsim normallerindeki değişikliklerdir. Mevsim normalleri sıcaklık, rüzgar ve nem gibi hava ile ilgili tüm özellikleri içerir. Küresel boyutta iklim değişikliğinden söz edersek, yeryüzünün tamamlanan iklim değişikliklerini belirtmiş oluruz. Küresel iklim değişikliklerinin niceliği, uzun vadede doğal ekosistem için birçok kısıtlılığa neden olur.

Sera etkisi olarak bilinen doğal sistem dünya üzerindeki sıcaklığı düzenler. İnsan aktiviteleri bu sistemin dengesini bozma potansiyeline sahiptir. Toplumlar daha karmaşık ve teknolojik bir yaşamı benimsedikçe atmosferdeki ısınmış gazların miktarı artmaktadır. Gaz mik-

tarındaki bu artışla, insanoğlu, doğal sera etkisinin ısıtma özelliğini artırmış olur.



Uluslararası bilim konseyi dünyamızın yaptığı çalışmalarda dünyamızın ısınmakta olduğunu bildirmiştir. Bir çok veri küresel iklimin son 150 yıldır ısındığını göstermektedir. Sıcaklıktaki artış sabit olmayıp, farklı on yıllık süreçlerde ısınma ve soğuma döngülerini içermektedir. Bu ısınma ile birlikte buzullar geri çekilmeye, deniz seviyesi yükselmeye ve iklim bölgeleri değişmeye başlamıştır. 1980 ve 1990'lı yıllar ısınmanın en yüksek olduğu yıllar olarak kayıtlara geçmiştir. Meteoroloji tarihinin en sıcak 10 yılı son 15 yıl içinde

görülmüştür. 20. Yüzyıl, son altı yüzyılda küresel ısınmanın en çok olduğu yüzyıldır.

Birçok uzman gelecek yüzyılda ortalama küresel sıcaklığın 1-3.5 °C yükselebileceği konusunda hemfikir. Bu bazı ülkelerdeki bazı bölgelerin ortalama sıcaklığının 5-10 °C artabileceği anlamına gelir.

İklım değişikliği ısınma eğiliminden daha fazlasını içerir. Sıcaklığın yükselmesi havanın rüzgar, yağış miktarı ile türü ve görülmesi beklenen bazı hava olaylarının türünü ve görülme sıklığı gibi bir çok özelliğinde değişikliklere neden olur. Bu tür iklim değişiklikleri pek çok sosyal ve ekonomik sonuçlar doğurabilir.

Hükümetlerarası iklim değişikliği paneli (IPCC) 1988'de Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından kurulmuştur. Bu kuruluşun yaptığı çalışmalara göre, sera etkisi dünyanın doğal bir özelliğidir. Sera gazlarının atmosferdeki miktarları artmaktadır. Bunun en büyük nedeni insan aktiviteleridir. Gelecekte sera gazı salımındaki artışın devam etmesi halinde dünyanın yüzey ısısında önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir ve bu sürecin tersine çevrilmesi çok yavaş olacaktır. Geçen yüzyılda dünya yüzey ısısındaki artış yaklaşık 0.5 °C olarak saptanmıştır. Başka bir çalışmaya göre, atmosferdeki sera gazı miktarlarının artmaya devam ettiği gözlemlenmiştir ve atmosferdeki sera gazı derişimlerinin stabilize edilmesi için, bu gazların salımında büyük miktarda azalmaya gidilmesi gerekmektedir. Dünya ısısındaki genel artışla devam etmektedir. 1860'lardan beri dünya sıcaklığı en yüksek değerlere ulaşmıştır. Dünyanın iklimi üzerinde gözle



görüldür bir insan etkisi olduğu kanıtlanmıştır.

**İklimlerdeki Değişimlere Sebebi Olan Nedir?**

Dünya gezegeni genellikle de yüzey kısmında güneşten gelen radyasyonu emer. Bu enerji daha sonra atmosfer ve okyanuslardaki sirkülasyonlar yoluyla yeniden dağıtılır ve daha uzun dalga boyuyla (IR) uzaya geri gönderilir. Dünyaya gelen solar radyasyon enerjisi, yaklaşık olarak uzaya gönderilen radyasyonla dengelidir. Güneşten alınan ya da uzaya yollanan radyasyonu değiştiren ya da bu enerjinin yeniden dağılımını (gerek atmosfer içinde gerekse atmosfer ile kara ve okyanus arasındaki dağılımı) değiştiren herhangi bir faktör iklimi etkileyebilir.

Dünya atmosfer sisteminde mevcut bulunan radyasyon enerjisinde herhangi bir değişime "Radiative Forcing (RF)" denir. İki tür RF vardır. Pozitif RF; dünya yüzeyinde ve atmosferin alt tabakalarında ısınmaya yol açar. Negatif RF ise bu bölgelerde soğumaya yol açar.

Sera gazı derişimindeki artışlar, dünya yüzeyinin uzaya enerji yollamasındaki etkinliğini azaltır. Yüzeyden uzaya yollanan radyasyonun daha fazla miktarı, atmosfer tarafından emilir ve yüksek irtifalarda ve düşük ısılarda emilen radyasyon geri salınır. Bu olay pozitif RF'ye yol açarak, atmosferin alt tabakalarını ve yüzeyi ısıtır. Daha az ısı uzaya gönderildiği için bu daha güçlü bir sera etkisi yaratır. Su buharı, karbon dioksit, ozon, metan, nitroz oksit gibi doğal yolla oluşan sera gazlarının varlığı yüzünden milyonlarca yıldır dünya atmosferindeki görülen bu etki çok daha güçlü bir şekilde ortaya çıkar. RF'nin miktarı, her bir



sera gazı konsantrasyonundaki artışın miktarına, bu gazların ışıma özelliklerine ve atmosferde zaten bulunan diğer sera gazlarının konsantrasyonlarına bağlıdır. Ayrıca birçok sera gazı atmosfere salındıktan sonra yüzyıllar boyunca orada kalmaktadırlar. Böylece de pozitif RF'ye uzun süreli bir katkı sağlamış olur.

Fosil yakıtı ve biyokütle yanmasından çıkan ve troposferde bulunan antropojenik aerosoller (hava yoluyla taşınan mikroskobik partiküller ya da damlacıklar) solar radyasyonu yansıtır. Bu da iklim sisteminde soğumaya yol açar. Karbon aerosollerini, solar radyasyonu emebildikleri için iklim sisteminde ısınmaya neden olur. Ayrıca aerosol derişimindeki değişimler, bulut özellikleri ve yaşam sürelerini etkileyerek, bulut miktarını ve yansıtma özelliklerini değiştirebilirler. Bir çok durumda troposferik aerosoller, negatif RF'ye yani daha serin bir iklime yol açarlar. Bu aerosollerin ömrü, günler ve haftalar olarak değişir. Öte yandan diğer bazı sera gazlarının ömrü yüzyıllara kadar uzanır. Sonuç olarak, bunların derişimleri gaz salınımadaki değişimlere çok daha çabuk tepki verir.

Volkanik aktiviteler stratosfere büyük oranda küükürt içeren (özellikle SO<sub>2</sub>) gazlar gönderir. Bu gazlar sülfat aerosollere dönüştürülür. Teker teker olan patlamalar önemli ama geçici oranda negatif RF üretir. Sonuç ola-

rak dünya yüzeyinde atmosferin alt tabakalarında birkaç yıl boyunca süren soğumalar görülür.

Pozitif ya da negatif RF'ye olan tepki binlerce yıl sürebilir. Yani RF değiştiğinde iklim sistemi de farklı zaman uzunluklarında tepki verir. Dünyanın ısınma dengesindeki değişimler ki, bunların bir kısmı sera gazlarında ya da aerosollerdeki artışlar yüzünden olur, dünyanın hidrolojik döngüsünü atmosfer ve okyanus sirkülasyonunu değiştirerek bölgesel ısıları ve yağışı etkiler.

Sonuç olarak, insandan kaynaklanan iklim değişikliklerinin yanı sıra doğal olarak meydana gelen iklim değişiklikleri de vardır. Bu gibi doğal iklim değişikliklerine örnek olarak dünyaya gelen güneş enerjisinin gücündeki değişiklikler, volkanik patlamalardan çıkan aerosol derişimindeki değişiklikler ya da iklim sisteminin parçaları arasındaki karmaşık etkileşimin sonucu olan değişimler verilebilir.

#### İklim Değişikliklerinden Nasıl Etkileniriz?

İklim değişikliklerinden dünya üzerindeki bütün bölgeler aynı oranda etkilenmezler. Düşük rakımlı yerler ve sahil bölgeleri deniz seviyesinin yükselmesi riski ile karşı karşıyadırlar. Sıcaklığın yükselmesi okyanusların genişlemesine ve buzulların eriyerek dünya okyanuslarındaki su seviyesinin hızlı bir şekilde artma-



**Değişimler neden olmaktadır?**

**Gözlemler**

- Sıcaklık
- Yağış
- Kar/Buz örtüsü
- Deniz seviyesi
- Sirkülasyon
- Uç noktalar

**Geçmişteki ve şimdiki iklimler ne kadar iyi anlaşılıyor?**

**Önümüzde ne gibi değişimler vardır?**

**Taklitler**

- Doğal değişimler
- Zorlayıcı faktörler
- Küresel iklim
- Bölgesel iklim
- Yüksek etkili olaylar
- Stabilizasyon

sına neden olur. Bilimadamları son 100 yılın her 10 yıllık döneminde deniz seviyesinin 5 cm yükseldiğini belirtmektedirler. Bazı tahminlere göre 2100 yılında deniz seviyesi 1 m yükselmiş olacaktır.

Bilimadamların ayrıca ısınmanın kutuplarda ekvator yakın olan yerlerden ve kıtaların iç kısımlarındaki sahil bölgelerinden daha fazla olacağını belirlemiştir. Bu da, hassas kutup ekosistemini, kutuplarda yaşayan vahşi türleri ve insanları ciddi boyutta etkileyecektir. İç kesimler daha sık ve daha şiddetli ısı dalgalarına maruz kalabilir.

#### İklim Değişikliklerinin Bölgesel Etkileri

İklim değişikliği iklim modeli projeleri kuzey enlemlerinde daha çok olmak üzere genel bir sıcaklık artışı öngörmektedir. Yağışlardaki değişiklikler çok daha belirsiz olmakla birlikte genellikle kuzeyde daha nemli (yağışlı) güneyde daha kuru ve batıdan doğuya doğru hava kuruluğunun arttığı hava durumları beklenbilir. Kışın, bugün görüldüğüden daha fazla yağış olacağı beklenirken yazın gözlenen yağışın azalacağı belirtilmektedir. İklim değişiklikleri çerçevesinde ani sıcaklık yükselmeleri, yağış gibi durumlarla da karşılaşılabilir.

#### Duyarlı Bölgeler

Avrupa'da birçok çevresel ve ekonomik sistemin temel bütünüleyici faktörlerinden biri su iken, bugünlerde su kapsamlarına göre hassas olan bölgeler; Akdeniz Bölgesi, Alpler, Kuzey İskandinavya, bazı sahil kesimleri ile Orta ve Doğu Avrupa'dır. İklimlerdeki değişiklik zaten hassas olan bu bölgelerde su ile ilgili sıkıntılar artıracak gibi görülmektedir.

#### Potansiyel Etkiler

Hidroloji, kar ve buz, su kaynakları ve ihtiyaçlar,

buharlaştırmanın ortaya çıkması, su kaynaklarına ulaşılabilmenin güçleşmesi sıcak iklimlerde yükselir. Fakat hidrolojik sistemlerin sorumluluğu yapı dağılımına ve depo kapasitesine bağlıdır.

Avrupa'nın iç ve güney kesimlerinde bir çok bölgede yüzde 5 ve yüzde 12 oranlarında akış değişimi gözlenebilecektir. Güney Avrupa'da daha fazla kuraklık gözlenebilir ve kış ve buhar mevsiminde Kuzey ve Kuzeybatı Avrupa'da sel potansiyeli artabilir. Fakat bu durum tüm genel sirkülasyon modelleri için aynı değildir. Tuzlu suyun sahil kesimlerinden içeri girmesi ve yağışlarda beklenen azalma bazı bölgelerde su kaynaklarının temin edilmesi problemini yaratabilir. Kar ve buz zamanlama ve nehir havzalarındaki akış miktarı sonucunda azalacaktır, kış turizmi de buna bağlı olarak potansiyel kaybedecektir. Su ihtiyacı yaz aylarında artabilir. Depolama kapasitesinin önemli rol oynamasına bağlı olarak meydana gelen bölgesel farklılıklara göre su kaynakları azalabilir. Kirlilik Avrupa'daki pek çok nehir için temel stres faktörüdür ve kirliliğe neden olan maddelerin derişiminin artması su kalitesini düşürmektedir. Günümüz ulusal ve uluslararası su politikaları ve uygulamaları iklim değişiklikleri nedeni ile baskı altında kalacaktır.

İskandinavya ve Rusya Federasyonu hariç, Avrupa çok az doğal ekosisteme sahiptir. Doğal ekosistemler, genellikle fakir topraklardan oluşur ve erozyon etkisiyle suya karışır. Buna bağlı olarak, verimli topraklardan oluşan tarım alanları iklim değişikliklerine karşı daha duyarlıdır.

Kaynaklar: [www.climatechange.gc.ca](http://www.climatechange.gc.ca)

[www.grida.no](http://www.grida.no)

[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) ●