

ÇEVRE EĞİTİMİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

MODÜL 6

Atmosfer (hava küre), yerküreyi saran ve onun yaşanabilir bir gezegen olmasını sağlayan, çeşitli gazlardan oluşan gaz örtüsü olarak tanımlanır. Atmosferdeki bulut, yağış ve fırtına oluşumları vb. gibi hava olaylarının büyük bölümü ile atmosferi oluşturan azot (N), oksijen (O₂), argon (Ar) gibi temel gazlar ile su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gibi başlıca sera gazlarının büyük bölümü ortalama kalınlığı yaklaşık 11 kilometre (km) olan atmosferin en alt katmanı olan troposferde ve yaklaşık 30 km yükseltiye kadar uzanan alt-orta stratosferde bulunur. Örneğin, atmosferi oluşturan gazların yaklaşık % 90'ı atmosferin yeryüzünden yaklaşık 16 km'ye ve % 99'u ise yeryüzünden orta stratosfere kadar olan bölümünde yer alır.

Hava, herhangi bir yerde ve zamandaki atmosfer koşullarının herhangi bir andaki kısa süreli durumu olarak tanımlanır. Atmosferin bu bir anlık durumu yani hava, yeryüzünün herhangi bir yerindeki sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme, sis, bulut, rüzgâr ve hava basıncı gibi çok sayıdaki değişkenin birlikteliği ile açıklanmaktadır. Hava olaylarını (Hava Durumu) inceleyen bilim dalı Meteorolojidir.

İklim, genel olarak, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca gözlenen tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra, bu olayların yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik çeşitlerinin biresimi olarak tanımlanır. Basit ve anlaşılır bir tanımla **İklim** geniş alanlarda hüküm süren uzun yıllar boyunca ölçülen (en az 30-50 yıl) hava olaylarının ortalaması ile ortaya çıkan karakteristik hava olaylarıdır. İklimleri inceleyen bilim dalı Klimatolojidir.

TÜRKİYE İKLİMİ VE KURAK BÖLGELER

Türkiye İkliminin ve İklim Dinamiğinin Ana Çizgileri

Türkiye'de hava ve iklim koşulları, temel olarak, yüksek atmosfer batı rüzgârları kuşağındaki polar jet akımlarıyla ilişkili kuzey Atlantik-Avrupa polar cephesine bağlı gezici alçak ve yüksek basınç sistemleri, tropikal Hadley hücreleri dolaşımının alçalıcı koluyla bağlantılı dinamik oluşumlu subtropikal Azor yüksek basıncı (özellikle yazın), termik oluşumlu Sibirya yüksek basıncı (özellikle kışın) ile tropikler arası yaklaşma kuşağının (ITCZ) yazın güney Asya'da 30° kuzey enlemlerine kadar çıkmasıyla etkili olan Muson alçak basıncının alansal ve zamansal değişimleri ve karşılıklı etkileşimleri tarafından denetlenir.

Aridite, "Yeryüzünün herhangi bir yerinde egemen olan fiziki coğrafya denetçilerinin ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin oluşturduğu sürekli yağış ve nem açığı koşulları ya da hidroklimatolojik (su eksikliği) kuraklıktır.

Kuraklık ise yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamasının ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda, temel olarak şiddet, süre ve coğrafi yayılım bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayı biçiminde etkili olan su açığı ve yetersizliğidir. Daha basit ve anlaşılır olarak bir yerin veya bölgenin iklimi, nüfus artışını ve bitki ve hayvan yaşamını azaltacak veya engelleyecek kadar ciddi su eksikliğidir.

Mustafa Uçan

Türkiye'nin Bugünkü Su İklimi ve Su Potansiyeli

Aridite İndisi'ne (Kuraklık dağılışı) göre Türkiye'de çölleşmeye eğilimli **yarıkurak ve kurakça-yarınemli araziler**, ülke topraklarının yaklaşık % 30'unu kaplar. **Nemlice-yarınemli kuraklık** sınıfı ile birlikte bu oran % 60'a ulaşır.

Türkiye'de toplam kullanılabilir su tutarı, 112 milyar m³ (112 km³) olarak hesaplanmıştır. Türkiye nüfusunun 2019 yılına göre toplam yaklaşık 83 milyon (83,154,997) ve toplam kullanılabilir su tutarının 112 milyar m³ olduğu (TÜİK, 2020; Kalkınma Bakanlığı, 2014; DSİ, 2020) dikkate alındığında, Türkiye'de kişi başına yıllık ortalama yaklaşık 1350 m³ kadar su düştüğü bulunur. Nüfusun hâlâ artmakta olduğu Türkiye'de, bu tutar Dünya ortalamasının yaklaşık % 18'ine karşılık gelir. Başka bir deyişle, **Türkiye su zengini bir ülke değildir, öyleymiş gibi yaşayan bir ülkedir.**

İKLİM VE ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLER

Canlı yaşamın başlangıcından bugüne kadar iklim, türlerin evrimi ve çeşitliliği üzerinde en önemli etkenlerden birisi olmuştur. Oldukça yavaş ve zamana yayılmış bir halde gerçekleşen küçük değişimler geçtiğimiz yüzyıla kadar ekolojik denge ile uyumlu bir seyir izlemiştir. Güneş'ten gelen enerji miktarındaki değişimler, okyanusal ve atmosferik süreçler, volkanik püskürmeler ve atmosferdeki birikimleri insan etkinliklerinden kaynaklanan sera gazlarının artışları, iklimde meydana gelen değişikliklerin temel sebepleri arasında sayılmaktadır.

Sanayi Devrimi ile birlikte sera gazı birikimindeki (konsantrasyon) hızlı artış ve buna bağlı olarak geliştiği düşünülen küresel ısınma ve yaşanmakta olan olumsuz sonuçları, iklim araştırmalarını çok daha önemli bir konuma taşımıştır. Devletlere, iklim değişikliği konusunda bilimsel raporlar hazırlamak için 1988 yılında Birleşmiş Milletler himayesinde Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ortaklığında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur.

Sanayi Devrimi'nden bu yana gezegenimizin yüzey sıcaklığının ortalama yaklaşık 1.2°C derece kadar artış göstermiş olduğu belirlenmiştir. IPCC raporları ve çeşitli araştırmalarda gezegenimizin yüzey sıcaklığının yüzyıl sonuna kadar en fazla **2°C** derece artış göstermesinin kabul edilebilir olduğu ve önlem alınmaz ise gezegenimizin iklim düzeninin kalıcı olarak değişime uğrayacağı "bilimsel olarak" kanıtlanmıştır. "**Kırmızı alarm**" olarak değerlendirilen IPCC (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli 1988) "İklim Değişikliği 2021: Fiziksel Bilim Temeli Raporu" insanlığın uluslararası kabul gören **1.5°C'lik geri dönülmez eşik** noktasına tehlikeli bir yakınlıkta olduğunun, ısınmanın engellenmesinde mevcut çabaların yetersiz kaldığının altını çizmektedir.

Dünyanın geri kalanından iki ila üç kat daha hızlı ısınan ve iklim değişikliğine karşı en savunmasız bölgeler olarak kabul edilen kutuplar hızla erimektedir. 1994 yılından beri, yıllık olarak toplamda 400 milyar ton civarında buzul kaybolmuştur.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) 2021 yılı raporunda okyanus asitlenmesinin rekor yüksek seviyeye ulaştığını tespit etmiştir. Deniz seviyesinin yükseliş oranı son 20 yılda iki katına çıkmıştır. Sanayi Devrimi'nden beri okyanus suyu asitlenme miktarı %30 oranında artmıştır. **Okyanuslar doğal karbon yutağıdır ve atmosferdeki karbondioksit gazının bir kısmını emer.** Atmosferdeki karbondioksitin aşırı düzeye çıkması sonucunda, okyanusların tuttuğu karbon miktarı da yükselmekte; okyanusların karbon emme kapasitesi azalmakta, birçok deniz canlısının yaşam döngüsü de olumsuz etkilenmektedir.

İklim değişikliğinin ekolojik dengelyi bozmasının sosyal ve ekonomik hayat üzerinde büyük etkileri bulunmaktadır. "**Sayılarla Kuraklık 2022 Raporu** iklim değişikliği ile şiddetlenen kuraklıkların dünya genelinde en büyük tehditlerden biri olduğunu; küresel olarak yaklaşık 55 milyon insanın her yıl kuraklıktan doğrudan etkilendiğini ortaya koymaktadır. Kuraklık dünyanın hemen her yerinde hayvancılık ve tarım için en ciddi tehlike haline gelmektedir. Raporda 2050 yılına kadar 216 milyon insanın su kıtlığı, kuraklık, tarımsal verimin azalması nedeniyle göç etmesinin beklendiğini söylemektedir.

Mustafa Uçan

İKLİM SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

Fiziksel İklim Sistemi Nedir? Nasıl Çalışır?



Küresel iklim, en genel anlamıyla, beş bileşen arasındaki karşılıklı etkileşimleri de içeren çok karmaşık bir sistemdir ve *Fiziksel İklim Sistemi* ya da daha kısa bir deyişle *İklim Sistemi* olarak adlandırılır.

Tüm atmosfer hareketlerinin enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş'ten gelen kısa dalga boylu enerji (GKDB Güneş ışınımı) atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır (Şekil 4). Güneş enerjisinin atmosferden geçişi sırasında çok az enerji emilir ve bu da atmosferin ısınmasına harcanır. Ancak, enerjinin çoğu yüzeyde soğurulur (emilir). Önce yüzey ısınır, sonra üzerindeki hava yüzeyden başlayarak ısınır. Bu da yeryüzünü atmosfer için ana ısı kaynağı yapmaktadır. Isınmanın tutarı, günün ve yılın zamanı kadar yüzeyin şekline ve özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır.

Güneş'ten salınan ve yeryüzüne ulaşan enerjinin eşitsiz dağılımı, rüzgâr olarak bildiğimiz yatay hava hareketlerini ve bulutlar ile yağışları oluşturan dikine hava hareketlerinin (konveksiyon) doğrudan oluşmasına neden olur. Sonuç olarak, Güneş'ten gelen ve atmosferde çeşitli süreçlere katılan enerji, uzaya geri döner. İklim sistemini yöneten Güneş enerjisi çeşitli zaman ölçeklerinde değişmektedir. Bu nedenle, iklim de değişmektedir.

Fiziksel İklim Sisteminin Bileşenleri

İklim, fiziksel iklim sisteminin alt sistemleri ile etkileşim içinde bulunan ve onlardan etkilenen atmosfer değişimlerini ve "dış" etmenleri içerir.

➤ İklim sistemindeki içsel interaktif bileşenler;

Atmosferi, okyanusları, deniz buzunu, kara yüzeyini ve özelliklerini (yer şekilleri, bitki örtüsü, yeryüzünün Güneş ışınımını yansıtma oranı (albedo), canlı kütle ve ekosistemler, vb.), **kar örtüsünü, karasal buzulu** (dağ buzullarını, Antarktika ve Grönland'daki buzul kalkanlarını) ve **hidrolojiyi** (nehirleri, gölleri, yer üstü ve yer altı sularını) içermektedir.

Bu ana bileşenler, atmosferik süreçleri kuvvetli bir biçimde etkileme gücüne sahiptir. Atmosferin kendisi söz konusu olduğunda, birçok özelliğinin kendi gaz bileşimince etkilendiği görülür. Atmosferin gaz bileşimi ise, yeryüzündeki hayvan ve bitki yaşamından etkilenir. Örneğin insan etkinlikleri, azot ve oksijen gibi gazların ve su buharı, CO₂, CH₄ ve N₂O gibi etkin sera gazlarının atmosferik birikimlerini (konsantrasyon) doğrudan etkiler.

➤ İklim sistemindeki dış bileşenler;

Güneş'i ve enerjisini, yerkürenin eksenini çevresindeki dönüşünü, Güneş-Yer geometrisini, yerkürenin yörüngesini, kara ve deniz dağılımını, karaların fiziki coğrafi özelliklerini, okyanus tabanı topografyasını ve havza şekillerini, atmosfer ve okyanusların temel bileşimini ve kütlelerini içerir.

Bu bileşenler, doğal nedenler ile değişebilen "ortalama" iklimi belirlemektedir. GKDB Güneş ışınımındaki ya da yerkürenin yüzeyinden salınan giden uzun dalga boylu (GUDB) kızıl ötesi ışınımdaki dalgalanmalar nedeniyle, atmosferin dış yüzeyine ulaşan ortalama net ışınımdaki herhangi bir değişiklik, sistemin ışımsal zorlanması olarak bilinen süreci etkiler.

Güneş'ten gelen ışınım enerjisindeki değişiklikler ve yanardağ püskürmesi gibi atmosfere çok büyük tutarlarda volkanik kül ve gaz salımına (emisyon) yol açan doğal olaylar nedeniyle atmosferin bileşiminde oluşan değişiklikler, konuyla ilgili başlıca olası değişiklikler arasında sayılabilir. Öteki dış zorlamalar, sera gazlarının salımlarındaki buna bağlı olarak da sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinde gözlenen artışlar gibi insan etkinlikleri sonucunda oluşabilir.

Mustafa Uçan

GÜNEŞ RADYASYONU VE KÜRESEL ENERJİ DENGESİ

Güneş ve Yer Işınımı

İklim sisteminin sıcaklık, basınç, rüzgâr, yağış, bulut ve nem gibi tüm öğeleri, yerküre/atmosfer sisteminin içindeki enerji transferi (taşınması) ve dönüşümlerinin bir sonucudur. Güneş, yerküre ve atmosfer, birlikte muazzam bir ısı motorunu oluşturur. Yeryüzüne ulaşan Güneş ışınları, ekvator ve çevresine yıl boyunca dik ve dike yakın açılarla geldiği için ekvatorial ve tropikal bölgeler daha fazla ısınır. Tropikler ile orta enlemler ve kutuplar arasındaki bu enerji ve sıcaklık farkı da genel atmosfer dolaşımı ile hava olaylarının oluşmasına neden olur

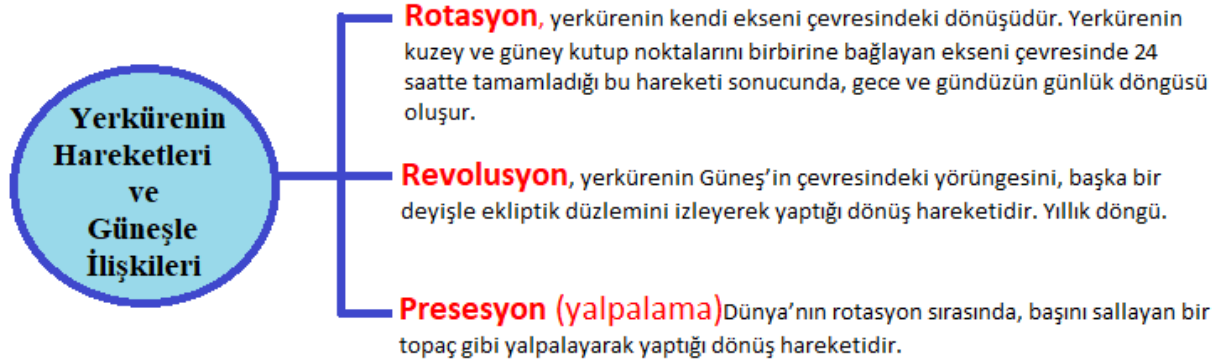
Radyant enerji teknik olarak **elektromanyetik radyasyona (ışınım)** karşılık gelmesine karşın, kısaca **Güneş ışınımı** olarak da adlandırılır.

Yerküreyi ilgilendiren elektromanyetik ışınım iki başlık altında incelenebilir;

- Güneş'ten yerküreye ulaşan GKDB **Güneş ışınımı**
- Yeryüzünden salınan GUDB **karasal ya da yer ışınımı**.

Güneş enerjisi, uzaydan yeryüzüne doğru taşındığı için atmosfer ile etkileşim içindedir. Güneş enerjisinin bir bölümü, atmosferden uzaya geri yansır, bir bölümü emilir ve ısıya dönüşür, bir bölümü de yeryüzüne geçer (transmisyon). Yeryüzüne işleyen ve orada emilen ışınım, yüzeyi ısıtır, suyu buharlaştırır, karları eritir ve toprak örtüsünü ısıtır. Bunun sonucunda, Güneş ışınımı, çeşitli enerji biçimlerine dönüşür. Sonunda bu enerji de atmosfere geçer, orada emilir ve uzun dalga boylu (UDB) ışınım olarak yeryüzüne ve uzaya doğru yeniden salınır.

Yerkürenin Hareketleri ve Yerküre-Güneş İlişkileri



Yerkürenin Enerji Bütçesi

Atmosferin Güneş'e bakan dış yüzündeki bir alanda, bir metrekarelik bir yüzeye saniyede düşen enerji tutarının yaklaşık 1367 Watt (W) olduğunu ve bu değer, kısa sürelerde değişmediği için Güneş sabiti olarak adlandırıldığını görmüştük. Ancak, gezegenimiz küre biçimli olduğu için, herhangi bir zamanda yarısı geceyi yaşar. Bu yüzden, atmosferin dış yüzeyindeki bir noktaya gelen ortalama enerji tutarının, gerçekte bu değer yaklaşık dörtte birine (342 W/m²) düştüğü hesaplanmıştır.

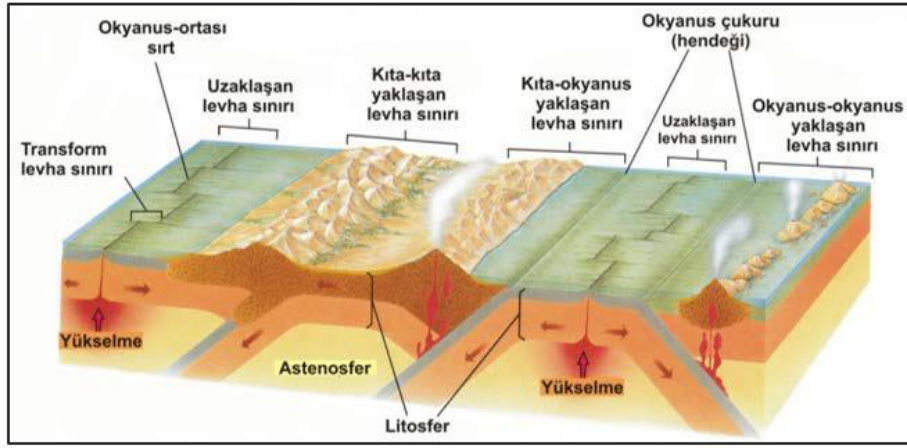
Güneş ışınımının yaklaşık % 31'i (yerkürenin ortalama albedosu) yeryüzünden ve atmosferden yansıtılarak ve saçılarak; % 57'si atmosferden geri ışıyarak ve yaklaşık % 12'si yerden geri ışıyarak atmosfer penceresi yoluyla uzaya kaçar. Sonuçta, gelen Güneş enerjisi, gezegensel olarak, **yansıma, saçılma ve ışınım** yoluyla uzaya geri dönmüş olur.

DOĞAL İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ: LEVHA HAREKETLERİ VE MILANKOVIÇ DÖNGÜLERİ

Levha Tektoniği Nedir?

Mantonun litosferden görece daha sıcak ve daha akışkan üst bölümü **astenosfer** olarak adlandırılır. Litosferi oluşturan geniş ve katı levha parçaları, astenosferdeki konveksiyon hücrelerinin oluşturduğu iç dolaşıma bağlı olarak hareket etmektedir. Bu büyük ölçekli düzenek, **levha tektoniği (plaka tektoniği)** olarak adlandırılır.

Levha tektoniği kuramına göre, litosfer astenosfer üzerinde hareket eden çok sayıda levhaya ayrılır. Volkanik etkinlik, deprem etkinliği ya da volkanik ve deprem etkinlikleri birlikte, çoğunlukla levha sınırlarını işaret eder. **Levhalar, bu sınırlar boyunca uzaklaşır (diverjans), yaklaşır (konverjans) ya da yanal olarak hareket eder.** Levha hareketleri doğal deniz yollarını açar ve kapatır, okyanus havzalarını oluşturur ve genişletir, sıradağları ve /ya da volkanları oluşturur. Kuşkusuz bunu yaparken Dünya'daki rüzgârları ve okyanus akıntılarını yavaş ama geniş ölçekli ve önemli düzeyde değiştirir.

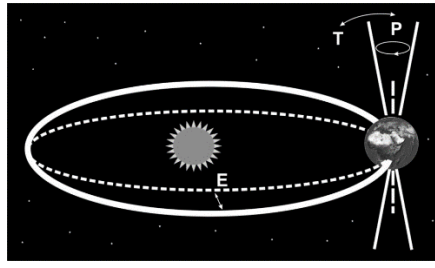


Genel olarak okyanus tabanlarından ve kıtalardan, yani okyanusal ve kıtasal kabuktan oluşan okyanusal ve kıtasal levhalar, yılda birkaç mm ya da cm hızla sürüklenir, daha küçük parçalara ayrılır, birbirinden uzaklaşır (ayrılır) ya da birbirine çarpar. Bu hareket, doğal deniz yollarını açar ve kapatır, okyanus havzalarını oluşturur ve genişletir, sıradağları ve /ya da volkanları oluşturur. Kuşkusuz bunu yaparken Dünya'daki rüzgârları ve okyanus akıntılarını yavaş ama geniş ölçekli ve önemli düzeyde değiştirir.

Levha Tektoniği, İklim ve İklim Değişikliği İlişkisi

Milyonlarca yıl boyunca, atmosferdeki karbondioksit (CO₂) tutarı, diğer etmenlerin yanı sıra, silikatlı kayaların (örneğin granit, kuvarsit, gnays vb. gibi silisyum içeren çeşitli magmatik ve metamorfik kayalar) küresel olarak hava koşullarının denetimindeki ayrışmaya maruz kalmasıyla düzenlenir. Kalsiyum silikatlar su ile karıştığında, örneğin atmosferden gelen CO₂ kayalardaki kalsiyum ile tepkimeye girerek kalsiyum karbonat (CaCO₃) oluşturur. Sonuç, doğal bir yolla atmosferden CO₂'nin uzaklaştırılmasıdır. Açıkta kalan silikatlar, yüksek nem, yağış ve sıcaklıkla nitelenen tropikal bölgelerde ayrışmaya daha yatkındır. Tropiklerin yakınındaki sıcak ve nemli bölgelerde büyük oranlarda silikat kayaları varsa, atmosferden daha fazla CO₂ uzaklaştırılır, bu da küresel sera etkisini azaltır ve iklimi soğutur. Tropikal ve subtropikal bölgelerde silikat kayalarının yokluğunda atmosferde daha fazla CO₂ birikir ve iklim daha sıcak olur.

Mustafa Uçan



Milankoviç döngüleri olarak da adlandırılan, Dünya ekseninin eğimindeki ve Dünya'nın Güneş çevresindeki yörüngesinin şeklindeki yavaş değişikliklerin yerküre iklimi üzerindeki etkisi, yani **orbital zorlamasıdır**. **Özetle**, küresel iklimi etkileyebilecek olan başlıca astronomik ilişkiler, yerkürenin Güneş'in çevresindeki yörüngesinin şeklindeki (E) değişiklikler (eksantrisite daha yuvarlak ya da daha eliptik) ile yerkürenin eksen eğikliğindeki (T) ve presesyonundaki (P) (dönüş ekseninin yönündeki) değişiklikleri içerir. Şekil bir sonraki sayfada.

İNSAN KAYNAKLI İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ: KUVVETLENEN SERA ETKİSİ VE KÜRESEL ISINMA

Işınımsal Zorlama Nedir?

“Normal koşullarda” yer/atmosfer sistemine giren GKDB Güneş enerjisi ile geri salınan GUDB yer ışınlamı ortalama koşullarda dengededir. Güneş ışınlamı ile yer ışınlamı arasındaki bu dengeyi ya da enerjinin atmosferdeki ve atmosfer ile kara ve okyanus arasındaki dağılımını değiştiren herhangi bir etmen, iklimi de etkileyebilir. *Yer/atmosfer sisteminin enerji dengesindeki herhangi bir değişiklik* ise **ışınımsal zorlama** olarak adlandırılır.

Atmosferdeki Değişken Gazlar ve Aerosoller:

Aerosol: bir katının veya bir sıvının gaz ortamı içerisinde dağılmasıdır. Duman, sis ve spreyler örnek olarak gösterilebilir. 10 mikrondan daha küçük çaplı sıvı.

Su buharı, çeşitli asılı parçacıklar ve ozon, değişken gazların ve aerosoller önemli örneklerdendir. Önemli sera gazlarının atmosferdeki tutarları Sanayi Devrimi'nden beri artmaktadır.

Doğal Sera Etkisi: Yerkürenin sıcaklık dengesinin kuruluşundaki en önemli süreç olan doğal sera etkisinin oluşumu atmosferin GKDB Güneş ışınlamını geçirme, buna karşılık GUDB yer ışınlamını tutma eğiliminde olmasına bağlıdır.

Sera etkisi, atmosferdeki gazların gelen Güneş ışınlamına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalga boylu yer ışınlamına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle, yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen doğal süreç olarak tanımlanabilir.

Kuvvetlenen Sera Etkisi, Çeşitli insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinde gözlenen artışlar, yerküre'nin GUDB ışınlamı yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatarak onu daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ışınlamı zorlamasının oluşmasını sağlar. Yerküre/atmosfer ortak sisteminin enerji dengesine yapılan pozitif katkı, **kuvvetlenen sera etkisi** olarak adlandırılır. Bu da küresel ısınmanın hızlanması anlamına gelmektedir.

Küresel ısınma, Sanayi Devrimi'nden beri, özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, tarımsal etkinlikler ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerindeki hızlı artışa bağlı olarak, şehirleşmenin de katkısıyla doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucunda, yeryüzünde ve atmosferin alt katmanlarında saptanan sıcaklık artışı şeklinde tanımlanabilir.

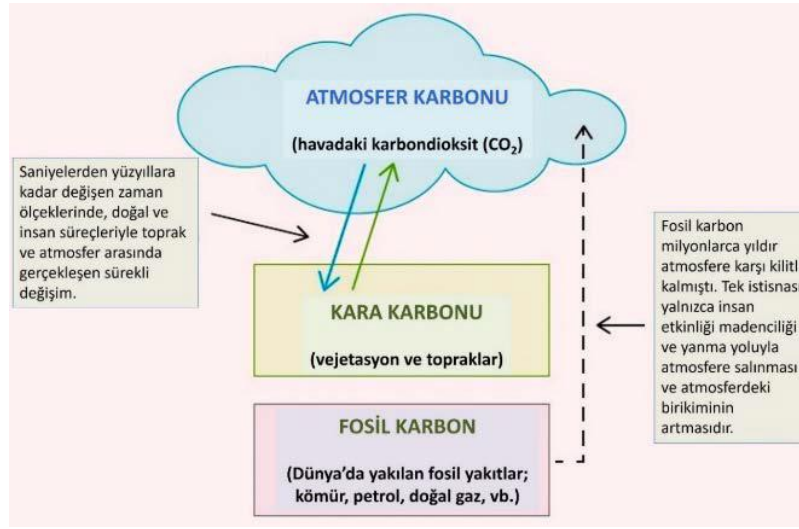
Mustafa Uçan

İNSAN KAYNAKLI İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ: FOSİL YAKITLARIN YAKILMASI VE ORMANLAŞTIRMA BAĞLAMINDA KÜRESEL ISINMA SORUNSALI

Ormansızlaşma ve Fosil Yakıt Yanmasının İklim Değişikliği Açısından Farklılaşması

Ormansızlaşmanın ve fosil yakıtların yakılması sonucu oluşan, *kuvvetlenen sera etkisini* ve insan kaynaklı iklim değişikliğini iyi anlayabilmek için karadaki karbon ve fosil yakıt karbonu çok farklı şekillerde ele alınmalıdır.

Karbon, kara ve atmosfer arasında her zaman doğal olarak ve insan eylemleri yoluyla karşılıklı değişmektedir. Bu nedenle, ormansızlaşma gibi olumsuzluklar nedeniyle kara biyosferinden (toprak, bitkiler) kaybedilen karbondioksit (CO₂), basitçe zaten “aktif” karbonun karadan atmosfere aktarılmasıdır (Türkeş, 2021b). Aynı şekilde, ağaç dikmek ve ormanlaştırmak da bu aktif karbonun bir kısmını atmosferden toprağa geri döndürür. Buna karşılık, yanan fosil yakıtlardan yayılan CO₂, milyonlarca yıldır aktif kara-atmosfer karbon değişimine karşı kalıcı olarak kilitlenmiş olan karbondan gelir.



Karbon, karasal biyosfer ve atmosfer arasında saniyeler, günler, on yıllar ve yüzyıllar gibi zaman ölçeklerinde karşılıklı olarak değişirken, fosil karbon milyonlarca yıldır yeraltında jeolojik rezerv olarak atmosfere karşı kilitlenmiştir. Bunun tek istisnası, fosil karbonun madencilik ve yanma yoluyla atmosfere salınması ve atmosferdeki birikiminin artmasıdır.

Bu nedenle, ağaç dikerek ya da ormanlaştırma vb. gibi çeşitli yollarla karbonu atmosferden toprağa geri taşımak, fosil yakıt salımlarını ancak belirli ve küçük bir oranda dengeleyebilir.

Kuşkusuz, BMİDÇS Paris Antlaşması'nın küresel ısınma hedeflerini tutturmak ve giderek hızlanıp şiddetlenen insan kaynaklı iklim değişikliğini azaltmak için ormanları koruyup geliştirerek yutak kapasitesini artırma yoluyla insan kaynaklı karbonu arazide tutmak (negatif salımlar) çok önemli bir iklim değişikliği savaşımlı eylem ve politikasıdır. Ancak bunlar, doğrudan fosil yakıt kullanımını azaltma, fosil yakıtlı enerji sistemlerinden 10-15 yıllık bir dönemde (örneğin, kömürlü termik santrallerden 2030'a ya da 2035'e kadar, vb.) vazgeçmek ve güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerjilerin birincil enerji kaynakları içindeki payını artırmak (bol ve yenilenebilir ucuz elektrik), enerji tasarrufu, iklim ve çevre dostu sürdürülebilir tarım ve döngüsel ekonomi gibi çeşitli ölçeklerde etkili iklim değişikliği mücadele politikalarının ve eylemlerinin yerini tutmayacaktır

Mustafa Uçan

**AŞIRI HAVA VE İKLİM OLAYLARI:
SICAK HAVA DALGALARI, ŞİDDETLİ YAĞIŞLAR VE KURAKLIKLAR**

Aşırı Sıcak Koşullarda, Kuvvetli Yağışlarda ve Kuraklıklarda Gözlenen Bölgesel Değişmeler

Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazotmonoksit (N₂O) gibi başlıca sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin çeşitli insan etkinlikleri nedeniyle sanayi devriminden beri hızla artması sonucunda kuvvetlenen sera etkisinin en önemli sonucu, yerkürenin enerji dengesi üzerinde ek bir pozitif ışımsal zorlama oluşturarak, Dünya ikliminin daha sıcak ve daha değişken olmasını sağlamasıdır.

Gözlenen değişme ve eğilimlere ek olarak, iklim model benzeşimleri, genel olarak alt troposfer ve yüzey hava sıcaklıklarında öngörülen artış eğilimi, artan termal enerji (pozitif ışımsal zorlama) ve hızlanan ve/ya da kuvvetlenen hidrolojik döngü ile bağlantılı olarak, 21. yüzyılda Dünya'nın birçok bölgesinde aşırı hava ve iklim olaylarının ve afetlerinin sıklık ve /ya da şiddetinde artışlar olabileceğini göstermektedir.

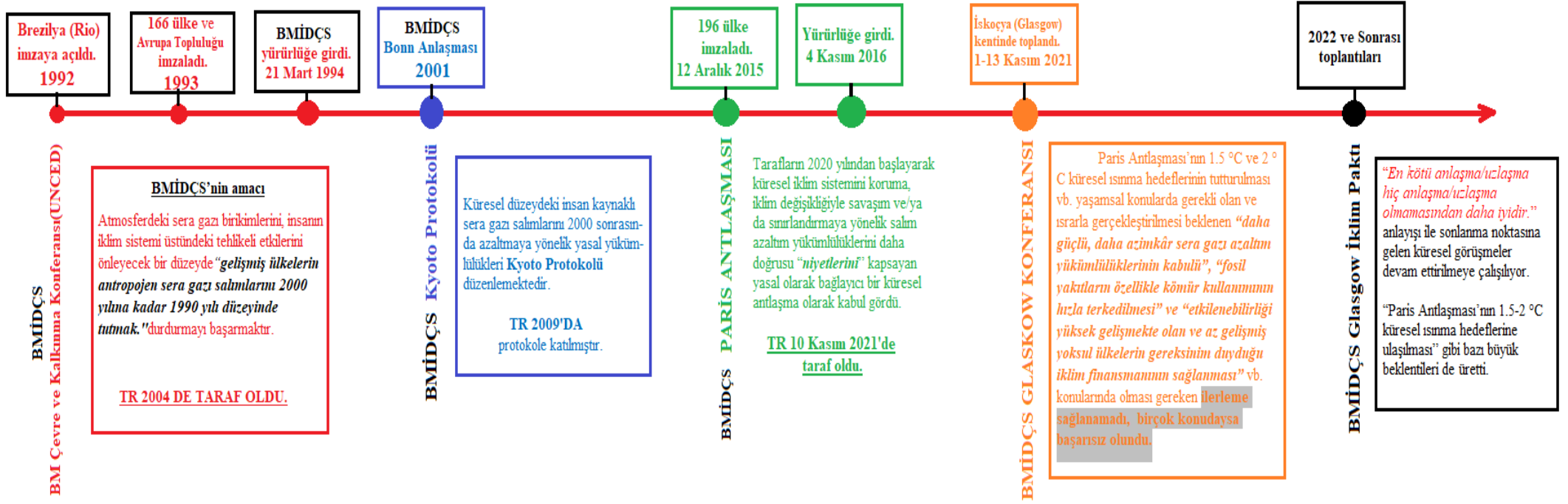
Aşırı Sıcak Koşullarda, Kuvvetli Yağışlarda ve Kuraklıklarda Gözlenen Bölgesel Değişmeler

İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin, Dünya'nın her yerindeki birçok hava ve iklim ekstremelerini (aşırılıklarını) şimdiden etkilediğini görüyoruz. Sıcak hava dalgaları, daha kuvvetli ve şiddetli yağışlar, kuraklıklar ve tropikal siklonlar gibi aşırı olaylarda gözlemlenen değişikliklerin ve özellikle bunların insan etkisine atfedilmesinin kanıtları yaklaşık son 10 yılda daha da güçlenmiştir. 1950'lerden bu yana çoğu kara bölgesinde aşırı sıcakların (Sıcak hava dalgalarını içerir.) daha sık ve daha şiddetli hale geldiği, aşırı soğukların (soğuk hava dalgaları dâhil) daha az sıklıkta ve daha az şiddetli olduğu neredeyse kesindir ve insan kaynaklı iklim değişikliği bu değişmelerin ana itici gücüdür.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu (AR6) 1. Çalışma Grubu'nun hazırladığı **İklim Değişikliğinin Fiziksel Bilim Temeli Raporu'nun** küresel iklim sistemindeki değişikliklerinin bilimsel değerlendirmesine ilişkin ana çıktıları ve mesajlarına göre, denizlerdeki ısı dalgalarının sıklığı 1980'lerden bu yana yaklaşık iki katına çıkmıştır ve insan etkisi büyük olasılıkla en az 2006'dan beri bunların çoğuna katkıda bulunmuştur.

Sonuç olarak, küresel ısınmadaki her artışla birlikte, ekstremlerdeki değişiklikler daha da büyümektedir. Örneğin her ek 0.5 °C'lik küresel ısınma, bazı bölgelerde büyük olasılıkla sıcak hava dalgaları ve kuvvetli yağışlar dâhil olmak üzere, aşırı sıcaklık olaylarının şiddetinde ve sıklığında belirgin artışlara ve ayrıca bazı bölgelerde tarımsal ve ekolojik kuraklıklara neden olabilecektir.

Mustafa Uçan



İKLİM DİPLOMASİSİ, BİRLEŞMİŞ MİLETLER İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİ VE KYOTO PROTOKOLÜ

İklim Diplomasisi

İklim değişikliği sorunsalının ivediliği ve karmaşıklığı diplomatik süreçlerde yaratıcı olunmasını gerektirmektedir. Bu çerçevede, **iklim değişikliği diplomasisi** (kısaca '**iklim diplomasisi**'), *bilim, teknoloji, coğrafi temsil (coğrafi çeşitlilik ve zenginliğin temsili), politik süreçler, yasalar, etik, denkserlik (hakkaniyet) ve felsefe gibi zengin bir çeşitlilik barındıran çok disiplinli ve disiplinler arası bir düzlemde gelen ve/ya da bir bilim-politika arayüzünden beslenen girdilere dayalı uzun soluklu ve çok taraflı bir politika alanı ve yaklaşımı* olarak tanımlanabilir.

İklim değişikliği ulusal sınırların dışına taşmış küresel bir konu olmakla birlikte yerel, ulusal, bölgesel ve küresel düzeylerde bireyselden Birleşmiş Milletler'e (BM) kadar değişen geniş bir düzlemde ele alınmalıdır. Bu yüzden, devletler iklim değişikliği konularının ele alınmasında lider bir rol üstlenmek durumunda olmakla birlikte sivil toplum, yerel yönetimler, iş dünyası ve akademiye içeren diğer aktörler de bu sürecin gerekli olan önemli paydaşlardır.

Mustafa Uçan

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Sera gazı salımlarını belirli bir yıl düzeyinde tutma ya da belirlenen bir yıla kadar istenen oranda azaltma girişimlerinin en önemlisi, **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi** (BMİDÇS) oldu. Sözleşme'nin hazırlıkları BM Hükümetler arası Görüşme Komitesi (INC) tarafından sürdürüldü. Haziran 1992'de Brezilya'nın Rio kentinde gerçekleştirilen **BM Çevre ve Kalkınma Konferansı**'nda (UNCED) imzaya açılan sözleşmeyi, çok kısa bir sürede Haziran 1993'e kadar 166 ülke ve **Avrupa Topluluğu** (AT) imzaladı ve sözleşme **21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girdi**. **Türkiye 2004** yılında bir Ek I ülkesi olarak taraf olmuştur.

BMİDÇS'nin (**Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**) nihai amacı, "Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üstündeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmaktır. Sözleşmenin kalbini oluşturan sera gazı salımlarıyla ilgili yükümlülükler ise "**gelişmiş ülkelerin antropojen sera gazı salımlarını 2000 yılına kadar 1990 yılı düzeyinde tutmaları**" şeklinde yer almıştır.

BMİDÇS Kyoto Protokolü

Küresel düzeydeki insan kaynaklı sera gazı salımlarını 2000 sonrasında azaltmaya yönelik yasal yükümlülükleri **BMİDÇS Kyoto Protokolü** (KP) düzenlemektedir.

KP'nin ve Kyoto düzeneklerinin uygulanmasına ilişkin yasal kuralların çerçevesi, Temmuz **2001'de kabul edilen Bonn Anlaşması** ile çizildi. **Türkiye 2009** yılında bu protokole katılmıştır.

BMİDÇS PARIS ANTLAŞMASI VE SONRASI

Paris Antlaşması Ana İlkeleri ve Hedefleri

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) **Paris Antlaşması**, 30 Kasım-13 Aralık tarihlerinde Paris'te gerçekleştirilen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda, ülkelerin çok büyük bir bölümünce imzalanarak kabul edildi. 12 Aralık 2015'te 196 taraf ülkece kabul edilen BMİDÇS Paris Antlaşması, çok kısa sürede **4 Kasım 2016'da yürürlüğe girdi**.

Paris Antlaşması, tarafların 2020 yılından başlayarak küresel iklim sistemini koruma, iklim değişikliğiyle savaşım ve/ya da sınırlandırmaya yönelik salım azaltım yükümlülüklerini daha doğrusu "**niyetlerini**" kapsayan yasal olarak bağlayıcı bir küresel antlaşma olarak kabul gördü.

Paris Antlaşması'nın ana amacı, küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi düzeylerinin 2°C'nin olabildiğince altına çekmek ya da olanaklıysa 1.5°C'de sınırlandırmanın yanı sıra, sırasıyla düşük sera gazı salımlı ve iklim direngen bir toplum ve kalkınma yoluyla uyumlu finansman akışının sağlanması olarak belirlenmiştir.

Paris Antlaşması'nda -BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nden farklı olarak taraf ülkelerin ekler aracılığıyla gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler şeklinde ayrılarak farklı yükümlülükler verilmemiş olması, başka bir deyişle tüm tarafların gönüllü katkılarının alınmasının amaçlanmış oluşu yatmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti, 10 Kasım 2021 tarihinde BMİDÇS Paris Antlaşması'na resmi olarak taraf oldu.

Türkiye 2015 yılında sunmuş olduğu -bir referans senaryoya (BAU) göre sera gazı salımlarını 2030 yılında % 21 oranına kadar azaltma hedeflerini içeren- **Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı**'ndaki önceki hedefini "2035'te % 45'e kadar" şeklinde değiştirerek hızla kömürlü termik santralleri devreden çıkarmalı, fosil yakıtlara verdiği her türlü desteği kesmeli, rüzgâr ve güneş başta olmak üzere yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan -daha güvenli, bol ve ucuz- elektrik enerjisinin birinci enerjinin içindeki payını artırmalıdır.

Mustafa Uçan

Glasgow Konferansı'nın Ana Sonuçları ve Glasgow İklim Paktı

1-13 Kasım 2021 tarihlerinde İskoçya'nın Glasgow kentinde gerçekleştirilen **BMİDÇS 26. Taraflar Konferansı**'ndan (TK-26), konuyla ilgili tüm kesimlerde, bilim dünyasında, STK'larda, BM kuruluşlarında ve taraflarda beklenti çok yükselmişti.

Glasgow Konferansı'nda ülkeler bazı konularda ilerleme sağlamakla birlikte, iklim değişikliği savaşımı ve Paris Antlaşması'nın 1.5 °C ve 2 °C küresel ısınma hedeflerinin tutturulması vb. yaşamsal konularda gerekli olan ve ısrarla gerçekleştirilmesi beklenen **“daha güçlü, daha azimkâr sera gazı azaltım yükümlülüklerinin kabulü”**, **“fosil yakıtların özellikle kömür kullanımının hızla terkedilmesi”** ve **“etkilenebilirliği yüksek gelişmekte olan ve az gelişmiş yoksul ülkelerin gereksinim duyduğu iklim finansmanının sağlanması”** vb. konularında olması gereken **ilerleme sağlanamadı, birçok konudaysa başarısız olundu.**

Dahası, tıpkı **Paris Antlaşması**'nın kendisinin de bu düşünsel yaklaşımla oluşturulmuş ve yaygın bir kabul görmüş olmasına benzer şekilde, **“En kötü anlaşma/uzlaşma hiç anlaşma/uzlaşma olmamasından daha iyidir.”** ön savı temel alınarak **“Glasgow İklim Paktı”** taraflarca kabul edildi.

Glasgow'daki hükümetler arası görüşmeler, bazıları ilk ve çığır açan yükümlülüklerin, kömür kullanımının devre dışı bırakılması zamana yayılmış olmasına karşın, ilk kez resmi karar metinlerinde yer alması, bazılarınca açık ve yeterli görülmeyen karbon piyasaları kuralları vb. konular, 2022 dâhil önümüzdeki yıllar içinde gerçeklere karşı sınanması gerekecek olan “Paris Antlaşması'nın 1.5-2 °C küresel ısınma hedeflerine ulaşılması” gibi bazı büyük beklentileri de üretti.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE POLİTİKALARI

Veriler, küresel sera gazı salımlarının sektörel bazlı analizinde tüm sektörlerde artışların yaşandığını; salımların % 25'inin elektrik ve ısı üretimi, % 24'ü tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımları, % 21'i sanayi, % 14'ü ulaştırma, % 6'sı binalar ve % 10'unun - elektrik ve ısı üretimi dışındaki - diğer enerji etkinlik ve süreçlerinden kaynaklandığını göstermektedir. İklim değişikliği ile mücadelede emisyon azaltımı, iklim değişikliğine uyum, iklim değişikliği ile mücadele için teknoloji transferi, finansman, ormanlaştırma ve yeniden ormanlaştırma ve kapasite geliştirme gibi temel politika alanları bulunmaktadır.

Sera gazlarının salımlarının azaltımında, salım yoğunluğu açısından ulaştırma sektörü, enerji sektörü, binalar, sanayi, yerleşme, şehirleşme, tarım, ormancılık ve arazi kullanımı gibi sektörler ön plana çıkmaktadır. Söz konusu sektörler Sanayi Devrimi'nden bugüne kadar geçen süreçte insan faaliyetlerinin en fazla gerçekleştiği sektörler olup; bu sektörlerdeki hammadde, malzeme ve enerji kullanımı hem çevre kirliliğine hem de atmosfere salınan sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır.

Enerji arzı tarafında, enerji sektörünün emisyon azaltımında, yenilenebilir enerji politikaları önemli bir yer tutmaktadır. Fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı hem salım azaltımına katkı sağlamakta hem de çevresel kirliliğin önüne geçmektedir. Enerji konusunda enerji verimliliği de oldukça önemli bir başlıktır. Enerjinin, binalarda, ulaştırma ve üretim süreçlerinde verimli kullanımı hammadde ihtiyacını azaltmaktadır. Özellikle birincil enerji kaynakları arasında değerlendirilen madenlerdeki enerjinin kullanılması, taşınması ve dönüştürülmesinde hem çevre kirliliği ortaya çıkmakta hem de emisyon oluşmaktadır. Talep tarafındaki enerjide davranışsal yaklaşımlar yani tüketicinin ve nihai kullanıcının enerji talebi, enerjiyi verimli kullanımı, enerji talep yönetim sistemleriyle enerjiyi yararlı hale getirmesi önemlidir. Talep tarafında enerji kullanımını düşürecek unsurların iklim değişikliği ile mücadelede önemli olduğu düşünülmektedir.

Mustafa Uçan

İnsan kaynaklı sera gazı salımlarının azaltımında öncelikli ele alınması gereken enerji yoğun sektörlerden biri, **ulaştırma sektörüdür**. Ulaştırmada emisyon azaltımı için elektrifikasyon yöntemi yani elektrikle çalışan araçların kullanımı gündemdedir. Elektrifikasyon için düşük karbonlu yakıtların tercih edilmesi, yenilenebilir ve sınırlı da olsa nükleer enerji kaynaklarından enerji temini üzerinde durulmaktadır. Ayrıca hidrojen teknolojilerinin, hidrojen yakıtlarının ve biyo yakıtların ulaştırma sektöründe kullanılması önerilmektedir. Yakıt verimi yüksek motorların, hammadde olarak geri kazanılmış malzemelerin kullanımı, emisyon azaltım önlemleri arasındadır. Enerji ve emisyon yoğunluğu yüksek olan karayolu ve havayolu ulaşımı yerine demir yolu ile ulaşımın teşvik edilmesi ve gerekli alt yapıların hazırlanması da emisyon azaltımında önemli bir diğer seçenektir.

Konutlar, hizmet binaları ve ticari binalardan oluşan bina sektörünün bulunduğu **inşaat sektörü** (2020 yılı verilerine göre) enerji kullanımının % 36'sından, karbon salımının ise %37'sinden sorumludur. Binalarda emisyon azaltımı için enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması, alan ve bölge ısıtma sistemlerinde daha verimli teknolojilerin kullanılması, aydınlatma ve elektrikli ev aletlerinde daha az enerji ile yüksek verimin alındığı teknolojilerin veya aletlerin kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte binaların yapımı, binalarda kullanılan malzeme, binaların tasarımı ve binalarda tercih edilen ekipmanlar da emisyonların azaltılmasında önemlidir. Binalarda enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerjinin ve düşük karbonlu teknolojilerin kullanımı emisyon azaltımında önemli bir politika seçeneğidir.

Sanayi sektöründe, salım azaltımı için özellikle imalat sanayindeki süreçlerin yeniden tasarlanması gerekmektedir. Sanayide üretim sürecinin yeniden tasarlanması hem hammadde ihtiyacının azaltılmasını hem de sürece uygun teknolojilerin kullanımı ile salım azaltımını sağlamaktadır. Sanayide kullanılan enerjide, ısı (enerji) değeri yüksek kaynakların tercih edilmesi ve düşük karbonlu elektrik sistemlerine geçiş önemli fırsatlar sunmaktadır. Geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı hem enerji yoğunluğunun daha düşük olması; hem de ek hammadde ihtiyacını azaltması nedeniyle önemlidir. Sanayideki üretim ve inşaa tasarımlarına dikkat edilmesi, birim başına enerji tüketiminin göz önünde bulundurulması ve buna uygun olarak sanayide verimi yüksek, enerji yoğunluğu ve emisyon yoğunluğu düşük tasarımların tercih edilmesi önemlidir. Sanayide dayanıklı ürünlerin tercih edilmesi; hammadde, ara madde veya süreçlerdeki ilave ekipmanlara talebi, enerji kullanımı ve emisyonları azaltmaktadır. Sera gazı azaltımında odaklanılması gereken bir diğer nokta salımları yüksek olan kentler, kentsel alanlardır. Kentsel alanlardaki enerjinin doğru kullanımı, alan ısıtma, alan soğutma, elektrik kullanımı, kentsel bölgelerdeki üretim, tüketim veya hizmetler şeklindeki ekonomik faaliyetlerin, bir şehir planı içerisinde daha az enerji kullanan akıllı şebekelerle tasarlanması önemlidir.

Tarım, ormancılık ve arazi kullanımı sektörlerinde, emisyon kaynaklarının nötrlenmesi ve atmosferdeki karbon emisyonlarının tutulması ve yeryüzünün albedosunun çok fazla değiştirilmemesi açısından oldukça değerlidir. Emisyonlar açısından bakıldığında tarımsal faaliyetler metan emisyonlarına neden olmaktadır. Hayvancılık ve gübre yönetiminde alınacak tedbirler, metan ve diazotmonoksit salımlarının azaltılmasında önemlidir. Önemli bir yutak alanı olan ormanların korunması ve ormanlaştırma hem emisyonların tutulumu hem de albedo açısından değerlidir. Fosil yakıt kullanımının hızla azaltılmasına ek olarak, atmosferdeki karbondioksit emisyonlarının tutulma oranını artırmak için mevcut ağaçlandırma faaliyetlerine devam edilmelidir. Doğal ekosisteme, yaşam alanlarına ve yaşam birliklerine zarar vermeden, ormanlardaki zayıf bitki artıklarından elde edilecek biyoyakıtlar da emisyon azaltımına katkı sağlayabilmektedir. Ancak emisyon azaltımında öncelik yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji tasarrufunun artırılması ve başta kömürlü termik santraller fosil yakıtların kullanımını hızla terk edilmelidir. Tarımdan kaynaklı emisyonların azaltımında gıda kayıplarının ve israfının en aza indirilmesi, emisyon yoğunluğu düşük gıdaların ve ev yapımı (mutfak) yemekleri tercih edilmesi gerekmektedir. Elektrik üretiminde, sanayi, ulaştırma, binalar ve tarımda enerji verimliliğine dikkat edilmelidir. Kapasite geliştirme, iklim değişikliği ile mücadele ve uyum konusunda önemli bir çalışma alanıdır.

Mustafa Uçan

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDEN ETKİLENEBİLİRLİK VE UYUM

Öncelikle **etkilenebilirlik** ve **uyum** kavramlarını tanımlamak, konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

-**İklim değişikliğinden etkilenebilirlik**, “bir topluluk ya da sistemin (fiziki coğrafyaya ilişkin ve ekolojik sistemin ya da sosyoekonomik sektörün) iklim değişikliği stresinden etkilenme ya da etkiye açık olma derecesi, gerilimi karşılama ya da yanıtama düzeyi (duyarlılık) ve iklim değişikliklerine uyum düzeyi ya da uyum kapasitesi arasındaki ilişki” şeklinde tanımlanabilir.

-**İnsan sistemlerinde uyum**, zararı azaltmak ya da iyi fırsatlardan yararlanmak için var olan ya da beklenen iklime ve etkilerine uyarlama sürecidir.

-**Doğal sistemlerde uyum** ise, güncel iklime ve etkilerine uyarlama sürecidir.

-**Maladaptasyon**, artan sera gazı salımları, iklim değişikliğine karşı artan ya da değişen etkilenebilirlik, daha adaletsiz sonuçlar ve şimdi ya da gelecekte azalan refah dâhil olmak üzere iklimle ilgili olumsuz sonuçların riskinde artışa yol açabilecek “**yanlış uyum**” eylemleridir

1. Ekosistemlerin ve İnsanların Etkilenebilirliği: Günümüzde yaklaşık 3.3 ila 3.6 milyar insan iklim değişikliğine karşı oldukça savunmasız durum ve koşullarda yaşıyor. Türlerin yüksek bir oranı iklim değişikliğinin etkilerine açıktır. İnsan ve ekosistem etkilenebilirliği birbirine bağlıdır. Öte yandan, iklim değişikliğinin etkileri ve riskleri giderek daha karmaşık ve yönetilmesi daha zor oluyor. Örneğin, aynı anda birden fazla iklim tehlikesi oluşabilecek ve birden fazla iklimsel ve iklimsel olmayan risk etkileşime girebilecek; buysa genel riskin ve sektörler, bölgeler arasında basamaklanan risklerin birleşmesi ile sonuçlanacaktır.



2. Geleceğe Uyum Seçenekleri ve Fizibiliteleri: Sosyal eşitsizlikleri ele alan, iklim riskine dayalı yanıtları farklılaştıran ve sistemler arası geçişi sağlayan kamucu, sosyal, bütüncül, çok sektörlü çözümler, birden çok sektörde uyumun fizibilitelerini ve etkinliğini artırır. İnsana ve doğaya yönelik riskleri azaltabilecek uygulanabilir ve etkili uyum seçenekleri vardır. **Özetle** İklim değişikliğini önlemeye yönelik etkili ve yenilikçi yöntemlerle doğal dengeyi bozmadan sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek gerekmektedir.

3. İklim Direngen Kalkınma: Herkes için sürdürülebilir kalkınmayı ilerletmek için uyum önlemlerini ve bunların etkinleştirme koşullarını iklim değişikliği mücadelesiyle bütünleştirir. Dahası karalarda, okyanuslarda ve ekosistemlerde eşitlik ve sistem geçişleri ile ilgili soruların yanı sıra, kent ve altyapı, enerji, sanayi, toplum ve insan, ekosistem ve gezegenin sağlığı için gerekli uyum eylem ve uygulamalarını içerir.

Mustafa Uçan

4. Biyoçeşitliliğin ve Ekosistemlerin Korunması: Biyoçeşitliliğin ve ekosistemlerin korunması, iklim değişikliğinin kendilerine getirdiği tehditler ve bunların uyum ve etkileri hafifletmedeki rolleri ışığında iklim direngen kalkınmanın temelidir. **Küresel ölçekte biyoçeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin dayanıklılığının korunmasının**, doğala yakın ekosistemleri de içeren Dünya'nın kara, tatlı su ve okyanus alanlarının yaklaşık % 30 ila % 50'sinin etkin ve adil bir şekilde korunmasına bağlı olduğunu göstermektedir.

Biyoçeşitliliğin iklim değişikliğine karşı direngenliğini oluşturmak ve ekosistem bütünlüğünü desteklemek, geçim kaynakları, insan sağlığı ve esenliği, gıda, lif ve su sağlanması dâhil olmak üzere insanlara olan yararların yanı sıra afet riskinin azaltılmasına, iklim değişikliğine uyum ve savaşıma da katkıda bulunabilir.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Atmosferdeki sera gazı salımlarının yüzde 77'si; petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasıyla oluşur. Günümüzde, başlıca sera gazlarından olan CO₂'nin atmosferdeki miktarı, doğanın kabul edebileceğinden çok daha hızlı artmaktadır. Bunun sonucunda, yeryüzünün ortalama yüzey sıcaklığı sanayi öncesi döneme oranla yaklaşık 1.2°C artmıştır. Enerji üretiminde ve tüketimindeki tüm süreçlerde açığa çıkan emisyonlar, iklim değişikliğinin en önemli nedenidir. Buna ek olarak kömür ve doğal gaz gibi yakıtların kullanımı, sera gazlarının yanı sıra azot oksitleri (NO_x) ve sülfür oksitler gibi zehirli gazları açığa çıkarmakta, bu gazlar asit yağmuru gibi yarattığı hava kirliliği yoluyla birçok sağlık ve çevre sorununa neden olmaktadır.

Enerji verimliliği, karbon salımlarının azaltılmasında, dolayısıyla iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesinde önemli bir role sahiptir. Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Enerji verimliliği politikaları, bir taraftan ekonomik büyüme ve sosyal kalkınma hedeflerinin sürdürülebilirliği ile doğrudan ilişkili olması diğer taraftan ise toplam sera gazı salımlarının azaltılmasında oynadığı kilit rol nedeniyle, hassasiyetle ele alınması gereken alanların başında gelmektedir.

İklim Çözümleri 2050: Türkiye Vizyonu adlı rapor, 2020-2025 yılları itibariyle nüfus ve kalkınma düzeyi artarken, enerji verimliliği sayesinde, enerjiye tahmini talebin yılda yüzde 39 oranında azaltılabileceğini ifade etmektedir.

Çalışmalar, 2010-2030 yılları arasında; ulaşım, binalar ve sanayide verimlilik sağlanması ve yeni teknolojilere yönelik 8.3 trilyon ABD dolarlık yatırımın gerçekleşmesi durumunda; aynı dönemde küresel ölçekte 8.6 trilyon ABD doları tasarruf edilebileceğini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, verimlilik için yapılan yatırımlar kendi kendini karşılamaktadır.

Enerji verimliliğini artırmak, ülkelerin enerji güvenliğini sağlamaları ve sera gazlarını azaltma sözlerine ulaşmalarında en önemli unsurlardan biridir.

Türkiye'de nüfus ve refah düzeyindeki artışa bağlı olarak, enerji tüketim miktarı ve ülkenin enerji ihtiyacında dışa bağımlılığı artmaktadır. Türkiye'de enerji ekonomisi bakımından çeşitli arz-talep politikaları geliştirilmiş olsa da dışa bağımlılığın önüne geçilememiştir. **Türkiye dışa bağımlılıkta** 36 Avrupa ülkesi içinde **9. sırada** yer almakta ve kullandığı enerjinin % 71'ini ithal etmektedir. Enerji tedarikinde dışa bağımlı olan ve enerji kayıplarının fazla olduğu ülkelerde, enerji tasarrufu ve enerji verimliliği için devlet politikaları oluşturulmakta ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik yatırımlar hayata geçirilmektedir.

Elektrik üretiminde üretim santrallerinde verimliliğe yönelik tedbirlerin alınması, iletim ve dağıtımda kullanılmakta olan kabloların, hatların, trafoların iyileştirilmesi, elektriğe talebi olan bölge ile elektriğin üretildiği bölgenin coğrafi olarak birbirine yakınlaştırılması enerji verimliliğini artırmaktadır.

Mustafa Uçan

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE YEŞİL ÇATILAR:

Son yıllarda, şehirleri daha sürdürülebilir ve iklim değişikliğine karşı daha direngen hale getirmek için küresel bir hareket ortaya çıktı. Şehirler daha fazla park ve yeşil alan oluşturuyor, araçlara ve diğer kirlilik biçimlerine sınırlar koyuyor ve binalar için enerji verimliliği önlemleri alıyor. Bu kapsamda, ötekilerin yanı sıra, kentlerde geniş alanları kaplayan **bina (bireysel konutlar, apartmanlar, gökdelenler, AVM'ler, kamu ve yerel yönetim binaları, organize sanayiler, vb.)** çatılarından, hatta duvarlarından yararlanmaya yönelik yaklaşımlarla ve sonuçlarıyla daha sık karşılaşılıyor. Bunlardan birisi de yeşil çatıdır.

Yeşil çatı, düz veya hafif eğimli bir çatının üstüne yerleştirilen bir su yalıtım sistemi üzerine ekilen bir bitki örtüsü tabakasıdır. Yeşil çatılar, ilave donanım olmaksızın binanın enerji performansını, hava kalitesini ve kent ekolojisini iyileştirir, yağmur suyunun yarattığı problemlere yenilikçi çözümler üretir.

Yeşil Çatıların Başlıca Çevresel İşlev ve Yararları

○ **Kentin Havasını Soğuturlar:** Şehirler, onları çevreleyen kırsal alanlardan daha sıcaktır. Asfalt yollar ve beton binalar Güneş ışığını emdikten sonra ısı enerjisi yayar; araç egzozları ve klimalar ek ısı üretir. Buna "**kentsel ısı adası etkisi**" denir ve bu etki şehir merkezlerini komşu kırsal ya da yarı kırsal alanlardan birkaç derece daha sıcak yapabilir.

Oysaki yeşil çatılar bu afetsel etkiyi azaltabilir; şehirleri iklime daha dayanıklı – direngen hale getirebilir ve sıcak dalgaları riski en yüksek olan insanları koruyabilir. Bunu, koyu renkli yüzeyleri Güneş ışığını emmek yerine yansıtan parlak bitki örtüsü ile değiştirerek yaparlar. Bitkiler ayrıca, atmosfere nem saldıklarında, şehirleri görece soğutan evapotranspirasyon (buharlaştırma) adı verilen bir süreçten geçerler.

○ **Enerji ve Sağlık Bakım Maliyetlerini Azaltırlar:** Yeşil çatıların serinletici etkileri enerji maliyetini azaltabilir. Yaz aylarında yeşil çatılar tüm binaları serinletir, bu da soğutma (klima) gereksinimini azaltır. Yeşil çatılar yalıtımı iyileştirdiği için, soğuk aylarda binalarda ısı tutulmasını da artırabilir.

○ **Kentsel Selleri Önlerler:** Basitçe su döken geleneksel çatıların aksine, yeşil çatılar suyu emebilir ve bu da kentin drenaj sistemleri üzerindeki yükün bir kısmını ortadan kaldırır. Bitkilerin gelişmek için suya gereksinimi vardır ve yeşil çatılar, fırtınalar sırasında suyu güvenli bir şekilde tutan bir nem emme katmanına sahiptir.

○ **Suyu Süzerler:** Kirlilik, drenaj sistemleriyle ilgili başka bir sorundur. Bir şehre yağmur yağdığına, su kirlenici maddelerle dolar. Bu kirlenici maddeler daha sonra yeraltı boru ağlarıyla nehirlere ve göllere taşınır; bu da yeraltı ve yerüstü içme suyu kaynaklarının kirlenmesine neden olabilir. Yeşil çatılardaki bitkilerse, yağmur suyunu filtreleyerek zararlı toksinleri uzaklaştırır ve içme suyunun kirlenme riskini azaltır.

○ **Gıda Güvenliğini Geliştirirler:** Çatı çiftçiliği giderek daha popüler hale geliyor. Çatı çiftliklerini uygulamak, standart az bakım gerektiren yeşil çatılardan daha zordur, ancak birçok yararı vardır. Çatı çiftlikleri, sürekli bir ürün arzı sağlayarak bir şehrin gıda güvenliğini destekleyebilir. Ayrıca topluluk üyelerinin diyetlerini çeşitlendirerek **yiyecek yetersizliğinde** ve bugünlerde olduğu gibi- **yüksek gıda fiyatlarında** insanların beslenme düzeylerini iyileştirebilirler ve gıda güvencelerini sağlayabilir.

○ **Sosyal Uyum ve Savunuculuğu Sağlarlar:** Yeşil çatılar, başka türlü bitki örtüsüne erişimi olmayan şehir sakinleri için hoş bir rahatlama sağlar. Yeşilliklere yakın olmanın stresi azaltmaktan hafızayı ve sağlığı geliştirmeye kadar sayısız psikolojik ve fizyolojik yararı vardır. Yeşil çatılar aynı zamanda insanları çatılarında sosyalleşmeye teşvik etmektedir. **İlk olarak**, komşuların birbirini tanımasını sağlar; **ikinci olarak**, aşırı hava olayları sırasında insanların dayanışma içinde olmalarını ve birbirlerine yardım etmelerini kolaylaştırabilir.

Mustafa Uçan

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TARIMA ETKİSİ

İklim Değişikliği Koşullarında C3 ve C4 Bitkilerinin CO2 Gübrelemesine Farklı Yanıtları

Günümüzde tüm karasal bitkilerin yaklaşık %95'ini içeren çoğu fotosentetik (fototrof) organizma, **Calvin Döngüsü** adı verilen biyokimyasal bir yolla karbonu sabitler. **Calvin Döngüsü**, organizmaların özellikle bitkiler ve alglerin havadaki CO2'den enerji ve yiyecek oluşturduğu süreçtir.

Calvin döngüsünün ilk adımı, üç karbon atomu içeren kararlı bir ara bileşik (3-fosfoglisarik asit) üretimini içerir. Bu nedenle, bu işleme **C3 fotosentezi** ve bu şekilde metabolize olan **buğday, pirinç, pamuk, soya fasulyesi, şeker pancarı ve patatesler** vb. bitkilere **C3 bitkileri** denir.

Bununla birlikte, **mısır, şeker kamışı ve birçok tropikal çayırı** içermek üzere bazı bitkiler, **dört karbonlu bir bileşik** üreterek fotosentetik işleme başlar. Aslında, **mısır ve şeker kamışı**, genellikle böyle düşünmememize karşın, birer ot türüdür. Bu tip bitkilere **C4 bitkileri** denir. **C4 bitkileri** CO2 artışlarına **C3 bitkilerine** göre daha az tepki verir. Bu nedenle, **CO2 gübrelemesinin** (atmosferdeki birikimi Sanayi Devrimi'nden beri hızla artmakta olan fazla CO2'nin neden olduğu fotosentez oranındaki artış) **C3 bitkilerinin** büyüme hızı üzerinde önemli bir etkisi olabilirken, **C4 bitkileri** üzerinde büyük bir etkisinin olması beklenmemektedir. Mısır gibi belirli tarımsal ürünler, yüksek CO2'li bir dünyada **C3** kökenli yabancı otlara kıyasla dezavantajlı olabilir. **C3** dünyası içinde bile farklı bitki türlerinin, CO2 artışlarına eşlik edebilecek sıcaklık ve nem varlığındaki (örneğin yağış rejimi, toprak nem içeriği) değişikliklere farklı tepkiler göstermesi beklenmektedir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AMAÇLARI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Sürdürülebilir kalkınma, insan ile doğa arasında denge kurarak doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına imkân verecek şekilde bugünün ve geleceğin yaşamını ve kalkınmasını programlama anlamını taşımaktadır. Sürdürülebilirliğin bir kavram olarak tarım, ormanlar ve balıkçılık gibi yenilenebilir kaynaklar konusunda ortaya çıktığı görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutları olan bir kavramdır.

- Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez, **1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nca hazırlanan Brundtland (Ortak Geleceğimiz) Raporu'nda** "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır.
- Rio Konferansı'nda 178'den fazla ülke, insan yaşamını iyileştirmek, çevreyi korumak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak üzere küresel bir ortaklık kurmak için kapsamlı bir eylem planı olan **Gündem 21'i** kabul etmiştir. Gündem 21'de sürdürülebilir kalkınma için üretim ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır.
- 2000 yılında toplanan **Bin Yıl Zirvesi'nde** ilan edilen **BM Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin** temel amacı aşırı yoksulluğu ve açlığı ortadan kaldırmak olmuştur.
- **Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları** (BM SKA) olarak belirlenen 17 Amaç, 169 hedef ve 247 gösterge, gezegenin ve tüm canlıların sağlıklı bir şekilde varlıklarını sürdürebilecekleri bir sistemin oluşturulması temeline dayanmaktadır.

Mustafa Uçan



- Sürdürülebilirliğin **ekonomik boyutu** 8, 9, 10 ve 12 numaralı **Amaçları** kapsar ve ekonomik büyüme, verimlilik, üretim süreçleri ve yatırım gibi konular ile ilgilidir.
- Sürdürülebilirliğin **sosyal boyutu**; 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11 ve 16 numaralı **Amaçları** kapsar ve toplumsal değerlerin, ilişkilerin ve kurumların geleceğe yönelik devamlılığı ile ilgilidir.
- Sürdürülebilirliğin **çevresel boyutu**, 6, 13, 14 ve 15 numaralı **Amaçları** kapsar ve doğal kaynakların, biyoçeşitliliğin korunması ve doğal yaşamın sürmesi ile ilgilidir.

Toplumların 21. yüzyılın getirmekte olduğu iklim krizi, kuraklık, kıtlık, afetler ve iklim göçleri gibi ekolojik, politik, toplumsal ve teknolojik gelişmelere hazırlanması ve dirençliliklerinin artırılması gerekmektedir. Neredeyse tüm amaçların önünde büyük bir engel olan **13 no.lu İklim Eylemi Amacı**, iklimle ilgili tehlikelere ve doğal afetlere karşı dayanıklılığın ve uyum kapasitesinin bütün ülkelerde güçlendirilmesini; iklim değişikliğiyle ilgili önlemlerin ulusal politikalara, stratejilere ve planlara entegre edilmesini işaret etmektedir. Zira yoksullar gibi kırılgan kesimler üzerinde orantısız bir etkiye sahip olan iklim değişikliği, ülke ekonomilerine büyük zarar vermektedir. Bu nedenle iklim değişikliğine uyum sağlamaya öncelik vermek ülkelerin sürdürülebilir kalkınması için önemli hale gelmiştir.

Türkiye’de iklim eylemi Paris Anlaşması’nın onaylanması ve 2053 net sıfır hedefinin belirlenmesi ile önemli bir ivme kazanmıştır. İklim değişikliğine uyum ve emisyon azaltımına yönelik politikaların ve iklim kanununun tasarlanması, Ulusal Katkı Beyanının (NDC) güncellenmesi, 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi için Uzun Vadeli Stratejinin hazırlanması, yeşil organize sanayi ve yeşil endüstri bölgelerinin yaygınlaştırılması, iklim yatırımlarını kolaylaştırmak ve yönlendirmek için Ulusal İklim Stratejisinin, Ulusal Yeşil Taksonominin ve yeşil finansal araçların (yeşil tahviller, yeşil krediler) oluşturulması ve Emisyon Ticaret Sisteminin hazırlanması, Türkiye’nin iklim politikasının önemli konu başlıklarıdır.

2021 yaz aylarında Marmara Denizi’nde ortaya çıkan **müsilaj sorunu**, kirli ve atık suların arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilmesinden kaynaklanmaktaydı. WWF (Dünya Doğayı Koruma Vakfı) tarafından plastik atıklar konusunda hazırlanan bir rapor, Akdeniz’in bir “plastik denizi” olma riski ile karşı karşıya kaldığını vurgulamaktadır.

Barcelona Sözleşmesi kapsamında yapılan çalışmalar, Akdeniz Havzası’na günde yaklaşık 730 ton plastik ile kirletildiğini ortaya koymaktadır, Plajlardaki deniz atıklarının yüzde 60’ı, tek kullanımlık plastiklerden oluşmaktadır. Veriler denizlerdeki güncel plastik oranınının 150 milyon tondan fazla olduğunu belirtmektedir.

Mustafa Uçan

ATIK YÖNETİMİ VE SIFIR ATIK

Dünya'nın sınırlı kaynaklarına artan talepler ve sürdürülebilir bir hayat için *sıfır atık* yaklaşımına şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede dünyada ve Türkiye'de "sıfır atık bilinci" gittikçe yaygınlaşmakta; çeşitli uygulamalar hayata geçirilmektedir.

Johan Rockström öncülüğünde bir grup bilim insanının 2009 yılında yayımladığı "**Gezeğin Sınırları: İnsanlık İçin Güvenli Alanı Araştırmak**" isimli bilimsel makale, gezegenimizde yaşamın sürmesi için 9 kritik eşik belirlemiştir. Bu eşikler:

- Biyolojik çeşitlilik
- Yeni kimyasallar
- Atmosferik aerosol yükselmesi
- Biyojeokimyasal döngüler
- İklim değişikliği
- Ozonun incelməsi
- Denizlerin asitlenmesi
- Tatlı su kullanımı
- Arazi kullanımı

Bu eşiklerden 5 tanesinde eşik aşılmamış ve güvenli iken 4'ünde eşik aşılmıştır. Sıfır Atık aşılın eşiklerin geriye döndürülmesi veya en azından durdurulmasına doğrudan katkı sağlayabilecek eylemlerden biridir.

"Sıfır Atık"; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesi veya en aza indirilmesi, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan atık yönetim felsefesi olarak tanımlanan bir hedeftir.



Doğrusal ekonomide ham madde doğadan temin edilir; kullanılacak malzeme üretilir, kullanılır sonra da hepsi tekrar atık olarak doğaya atılır. Atık üretmeden yaşayabilmek için doğrusal ekonomi anlayışını **döngüsel bir yapıya** kavuşturmak gerekmektedir.

Döngüsel ekonomi; hammadde temininden itibaren, üretim, kullanım, dönüşüm ve yeniden dönüşümü esas almayı ifade eden üretim ve tüketim modelidir.

Özetle, tüm sektörlerde, kamu, kurum ve kuruluşlarında, iş dünyasında, yerel yönetimlerde, sıfır atık yaklaşımının temel alınması ve sürdürülebilir bir biçimde uygulanması ile atık oluşumunun önlenmesi, kaynakların verimli kullanılması, temiz üretim teknolojileri ile üretim yapılması, israfın önüne geçilerek maliyetlerin azaltılması, çevresel risklerin azalması, kurumlarda "çevre ve duyarlı tüketici" bilincinin gelişmesi, çevreci kurumların saygınlığının artması, atmosfer, hava, su ve toprak kirliliğinin ve iklim değişikliğine bağlı sorunların daha düşük maliyetler ile önlenmesi mümkündür. Sıfır atıkta en önemli etken, tüm paydaşların iş birliğiyle çalışmalarının gerçekleştirilmesidir. Bu noktada etkin ve verimli eğitim ve farkındalık çalışmaları tüm paydaşlarla birlikte yürütülmelidir.

Mustafa Uçan

