



İKLİM DEĞİŞMESİ ve TÜRKİYE

Aysen MÜZZİNOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi

Çevre Araştırma ve Uygulama Merkezi (Çevmer)

Bu makalede yaşadığımız ılık ve yağışsız kış dolayısı ile kamuoyunun gündemine yerleşen "iklimimiz değişiyor mu?" sorusunu, neden ve sonuçları ile değerlendireceğiz. Bu tartışmanın temeli yörenizde bu kış mevsiminin kurak ve sıcak geçmesinden ibaret bir saptama değildir. Çok daha yaygın ve dünya çapında bir sorunun bölgemizdeki yansımaları tartışmak gereklidir. Yaklaşık 20-30 yıldır bilim dünyasında bu konunun tartışıldığını ve en az 10 yıldan bu yana da pek çok ülkede konunun çoktan kamuoyuna mal olmuş olduğunu bilmemizde fayda görmekteyim. Ülkemizde bu tehdidi ortadan kaldırmayı, ya da azaltmayı amaçlayan enerji, gelişim, yerleşim, orman, ulaşım vb. planlarının bütünleşik olarak hazırlanıp yürürlüğe girmesi gerektiğini düşünüyorum

En sonucusu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Paneli tarafından 40 ülkeden 600 bilim adamı ve 160 ülkeden 600 bilim insanının hakemliğinde hazırlanan ve 3 Şubat 2007 günü Paris'te açıklanan 4. bilimsel raporda göze çarpan gerçek; **yerkürenin ikliminin hızla değişmekte** olduğudur. Rapor, bunun en önemli nedeninin insan faaliyetleri olduğunu ortaya koymaktadır. Alınacak önlemlerden hoşnut olmayan bir takım gruplar ülkelerin kamuoyunu etkileyecek medya araçlarını kullanarak aksini ispat için yoğun çaba gösterse de bunun pek bir anlamı yoktur. Bilim dünyası yıllardan beri bilimsel verilere, tartışmalara, değerlendirme raporlarına ve hakemli dergilerde yayınlanmış bilimsel makalelere dayanarak iklimlerin insan etkisi ile değişmekte olduğu kararına varmıştır. Dünyanın hemen tüm büyük üniversitelerinde mühendislik bölümlerinde bu konuda programlar, dersler açılmakta, seminerler verilmekte ve konunun yeni mühendis kuşaklarına aktarılması için çaba gösterilmektedir.

İklim nedir, nasıl değişir?

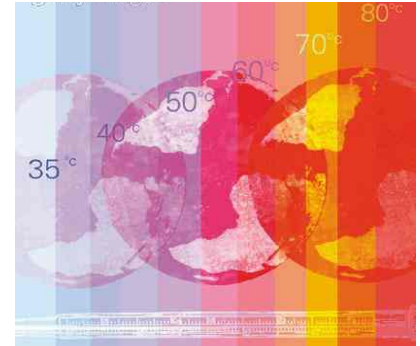
İklim bir yörede yaşanan hava koşullarının uzun süre boyunca gözlenen

durumudur. Yaşamamız ve ekonomik faaliyetlerimizi sürdürmemiz için yağış, sıcaklık gibi koşulların optimum aralıklarda seyretmesini, alışlagelmiş olanlardan pek fazla değişiklik göstermemesini ve mevsimlerin hep aynı biçimde birbirlerinden farklılaşmasını bekleriz. Bunu bize yaşamayı seçtiğimiz yörenin iklimi sağlar.

İklimin değişip değişmemesini, güncel hava durumu değişkenliğinden ayırmak gerekir; sadece yerel hava durumu koşullarının (yağış, sıcaklık ortalamaları ve ekstremeleri) uzun zaman içerisindeki dikkate değer farklılaşması iklimin değiştiği anlamına gelir. Dünyada bir çok yörenin iklimi doğal veya yapay nedenlerle değişmiştir ve değişecektir.

Sera etkisi

Yerkürenin yaşamımız için ideal olan ikliminin ortaya çıkışı atmosferimizin fiziksel yapısına ve içerisinde bulunan bazı gaz bileşenlerin oranlarına sıkı sıkıya bağlıdır. Sera etkisi adı verilen bu etki, dünya ikliminin atmosfer bileşenleri ile ne kadar ilgili olduğunu ve kurulan dengenin ne kadar narin bir denge olduğunu bize açıklar. Alt atmosferde su buharı ve karbondioksit olmasaydı yerküremizin iklimi böyle olmazdı; dolayısı ile bizler böyle bir yaşam biçimi içerisinde olamazdık. Diğer taraftan



bu dengeyi etkileyebilen bu gazlar ve benzer özelliklerdeki diğer kimyasal maddelerin atmosfere katılması ile denge hiç beklenmedik büyüklükte değişmelere uğrayabilmektedir. Şu anda yaşadığımız sonuç net bir sıcaklık artışıdır ve bunun sorumlusu sera gazı dediğimiz gazlardır. Atmosferin tabii olduğu fizik ve kimya kanunları böyle gerektiriyor.

Güneş enerjisi çeşitli dalga boylarında titreşen enerji paketçiklerinden meydana gelen ışın demetleri ile yani radyasyon yoluyla iletilir. Ancak, gelenle aynı miktarda enerjinin uzaya geri gönderilmesi de çok önemlidir. Bu enerji Yerkürenin ortalama 15 °C olan sıcaklığına karşı gelen elektromagnetik spektrumun 10 mikron civarındaki uzun dalga boylarında (kızılötesi, IR) radyasyonu ile uzaya geri döner. Atmosferimizdeki başlıca bileşenler olan azot



ve oksijenin güneşten gelen ve atmosferi terketmeye çalışan ışınlar karşı şeffaf olduğu, bazı gaz ve tozların ise önemli ölçüde ışık ışınlarını yutarak enerjinin atmosfer dışına çıkmasına karşı bir direnç oluşturduğu bilinmektedir.

Sera etkisi olarak bildiğimiz bu direnç en başta su buharı olmak üzere karbondioksit, metan vb. eser miktarlardaki atmosfer bileşenlerinden dolayı doğal olarak hep vardı. Bu doğal sera gazı etkisi olmasa idi, dünyanın güneşe göre bulunduğu konum itibarıyla sıcaklığı 15°C yerine -18 °C olurdu. Öyleyse atmosferde bulunan ppm mertebesindeki bu gazlar ve atmosferin kendisi dünyanın sıcaklığını 33 derece yükseltmiş, böylece yaşamın gelişmesi mümkün olmuştur. Ama atmosferin karışım oranları bozuldukça aynı olayın yerkürenin çok kırılgan enerji dengelerini bozduğu da bir gerçek.

Günümüzdeki dünya iklimi, milyonlarca yıl süren karmaşık süreçler sonunda dengelenmiş bir enerji bilançosuna bağlıdır. Buna göre güneşten dünyaya gelen enerji, dünyadan uzaya atılanla dengelenmiş durumdadır; yani, girenle aynı miktarda enerji dışarı gidiyor. Bu enerji akısı atmosferin üst kısmında

ortalama 343 W/m²'dir. Bunun 240 W/m² kısmı atmosferde ve yerka-buğunda soğurularak sıcaklık artışına yol açar. Daha doğrusu sanayi devriminin gerçekleştiği 19. yüzyıl ortalarına gelinceye kadar öyleydi. Bu dönemden sonra karbondioksit gibi hava kirletici bile saymadığımız bazı gazların atmosferdeki oranı artmaya başladı. O tarihlerde atmosferde 280 ppm olan karbondioksit bugün 372 ppm civarlarındadır. Bu ve buna benzer sera gazı artışları yüzünden atmosferin enerjiyi tutma etkisinin arttığı ve iklimlerin etkilenmeye başladığı saptandı. Bu süreçte önem taşıyan diğer bazı gaz ve aerosollerle birlikte fosil yakıt kökenli karbondioksit ve diğer sera gazlarının atmosferde birikmeye başlaması, milyonlarca yılda oluşmuş olan hassas ısı dengesini değiştirerek ve iklimleri her geçen yıl daha fazla etkilemektedir. Yukarıda sayılanlardan daha önemli olmak üzere su buharı atmosferdeki ısı alışverişinde sera gazı olarak çok büyük rol oynar. Ama biz önlem planlarımızda onu hesaba katmıyoruz, çünkü iklim ısındıkça suların buharlaşması kendiliğinden artıyor. Bütün bu ilave enerji artışı atmosferin yer kabuğuna yakın katmanlarında görüldüğünden dolayı günlük yaşamımızda daha da etkilidir.

Bilim dünyası gerçik iklimlerin değiştiğini ve bunun en önemli sorumlusunun insan faaliyetleri olduğunu hiç tartışmasız net bir şekilde göstermiştir. Ama bu saptamanın etkili olduğu bazı alanlarda, özellikle de bölgesel ayrıntılarda matematiksel anlamda bir çok belirsizlik ve rastgelelik vardır. Ayrıntıların bazıları tartışmasız doğru ise de, bazıları ancak belli bir güvenilirlik düzeyinde kabul görmektedir. Bu tamamen bilimsel bir saptamadır ve olayın karmaşık doğasından ileri gelmektedir. Belirsizliklerin kaynakları üzerine yazılmış çok iyi derlemeler internette yayınlanmaktadır (örneğin, Moss ve Schneider). Ama tartışmasız olan dün-

fosil yakıt kökenli karbondioksit ve diğer sera gazlarının atmosferde birikmeye başlaması, milyonlarca yılda oluşmuş olan hassas ısı dengesini değiştirerek iklimleri her geçen yıl daha fazla etkilemektedir

yanın adeta dev bir sera içinde yer aldığı ve bunun içinde giderek daha fazla ısınmakta olduğumuzdur. Bu husus gözlemlerle sabittir.

Atmosferdeki sera gazlarının miktarındaki en küçük değişimin bile yerkürede nasıl bir soğuma veya ısınmaya yol açtığı gayet iyi hesaplanabiliyor. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin girişimiyle 2007 yılı Şubat ayı başında yayınlanan raporda bu artışın yüzyılın sonlarına doğru 7°C'ye ulaşabileceği tahmini yapılmaktadır. Böylece kutup buzlarının ve Grönland'ın buzları çözüldüğünde deniz seviyesinde metreler boyutunda yükselme olması, bunun da kıyı kentlerini ve arazileri tuzlu suların basması ile sonuçlanması beklenmektedir. Özellikle okyanus kıyıları için.

Bu artışın en önemli sorumluluğu düşük verimli çevrim prosesleri kullanarak fosil yakıtları yakmakta olan insanların havaya bıraktığı karbondioksite aittir. Yanısıra yine insan etkisi olarak ormansızlaşma, katranla kaplı ya da betonlaşmış kentsel yüzeyler ve çimento üretimi gibi bazı çok yüksek kapasiteli sanayi dalları da bu olaya bir miktar katkıda bulunmaktadır. Ayrıca karbondioksit tek sera gazı değildir, çeşitli nedenlerle atmosferdeki konsantrasyonu 150 yılda ikiye katlanmış olan metan gazı, sentetik olarak üretilerek havaya atılan veya kaçan klorlu florlu organik gazlar (soğutma, solvent ve parfümeri sanayii) ve nitroz oksit gibi gazlar da karbondioksitin bu etkisini arttırmaktadır.

İklimbilimcilerin büyük kısmı insan-





ların küresel iklim değişikliklerine etkisinin önemli olduğu konusunda hemfikirlerdir (Schneider ve Lane, 2005). Gelecekte yaşadığımız bölgenin iklimi nasıl olacak sorusunun yanıtı ise o yöre ile ilgili olarak bazı konularda daha fazla bilimsel ve yönetsel bilgi olmasına bağlıdır. Özellikle bilgi noksanı dolayısı ile yerel serinleticiler olan aerosollerin havadaki miktar ve etkileri konusunda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan ülkelerin enerji kullanımı ve toplumsal gelişmeler gibi daha politik konularda da bazı tahminlere dayalı senaryolar geliştirilmiştir.

Değişen Türkiye iklimi

Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada iklimin durumu 3 Şubat 2007 günü açıklanan ilk Türkiye İklimbildirimi raporunda açıklanmıştır. Bu 300 sayfaya yakın İngilizce rapora Çevre ve Orman Bakanlığı'nın internet sitesinden ulaşılabilir. Kanımca Türkiye İklimbildirim raporu, asıl amacı olan iklim değişim saptama ve tahminleri bakımından doyurucu ve amacına ulaşmış bir rapordur.

Ancak bu rapora göre ülkemizdeki iç düzenlemeler "business-as-usual" dedikleri türden, yani "kim ne derse desin sen yoluna devam et" tarzında süreceğe benzetilmektedir. Bu raporda yer alan enerji politikası bildirimleri bence tartışmaya çok açıktır; nükleer enerji öngörüsü ile, şimdiden çok gecikmiş olan ama teknolojik düzeyi belirsiz bırakılmış yerli linyit tüketim planları ile, biyokütle-jeotermal-rüzgar-güneş enerjisine verilen önemin azlığı ile, enerji tasarruf ve dağıtım şebekesi optimizasyon planlarının durumu ile çok fazla eleştiri alabilecek bir ulusal enerji kullanım felsefesi içermektedir. Kanımca konunun uzmanları biraraya gelip bu raporu bu açıdan tartışmalıdır. İklim değişiminden en çok etkilenecek bir coğrafyada yaş-

yoruz, bunun ciddiyeti konunun değişik yönlerine vakıf olan herkesin bu tartışmalara katılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Enerji ve kalkınma stratejilerinin iklim ile uyumlaştırılması; mücadele ve adaptasyon planları

İklim değişimiyle başedebilmek için iki yaklaşım vardır. Bunlar iklim değişmesine yol açan etkenlerle mücadele (mitigation) yöntemleri ve değişen iklimlerde yaşamı sürdürmeyi sağlayan (adaptasyon) planlarıdır. Bu iki farklı görünen yaklaşım, mücadele yöntemindeki gecikme ve başarısızlıkları bir ölçüde sönümleyip, bulunduğumuz yerlerde yaşamımızı sürdürmemizi sağlayacak önlemleri almamızı sağlayacak yaklaşımlardır. Bunlar önceden planlanmazsa toplu göçler ve ekonomik darboğazlar başlayabilir.

Mücadele sistematiğinde beş ana grup çözüm stratejisi yer alır;

Çözüm stratejisi 1: Atmosfere karbondioksit salımını azaltmak. Son iki yüzyıldır gelişen mühendislik sisteminin "fosil yakıtı yak, enerjisini azami ölçüde alabilmen için tam yanma ile karbonu karbondioksit çevirmelisin, bundaki başarı ölçün mühendislik verimliliğini belirler" felsefesinin değişmesi şarttır. Artık günümüzün ve geleceğin mühendisi öncelikle aynı miktarda enerji veren ama bu sırada karbon-

dioksit üretmeyen enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır. Bu mümkün değilse aynı iş için, daha az karbondioksit üreten kaynaklar, o da olanaksız ise karbonu doğal döngüsü içinde mümkün olduğunca hızlı döndüren biyokütle sistemleri, o da olmazsa hiç değilse enerji tasarrufu yaparak daha az enerji tüketen sistemlere gitmek gerekiyor.

Ulusal boyuttan yerel boyuta bakışta ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme öngörüsü ise inanılmaz derecede yavaştır. Oysa bu konuda hem son derecede büyük varlığa sahibiz, hem de konu oldukça yeni olduğu için mühendislik sıçramaları yapan firmalarımızın dünya pazarında söz sahibi olabilme şansı vardır. Bölgemizde rüzgar ve jeotermal konularında oldukça iyi durumda olan çalışmalar mevcuttur. Güneş ve biyokütle (biyokütle çıkışı ikincil temiz enerji türleri olan biyogaz, hidrojen, vb. dahil) konularında ise oldukça iyi çalışmalar sürmekte ise de, çok daha yoğun kampanyalarla araştırma sonuçları uygulama alanına aktarılmalıdır.

Çözüm stratejisi 2: Enerji tasarrufu. Enerjinin yoğun kullanıldığı sanayi ve çevrim sektörlerinde enerji tasarrufu yapılmalıdır.

•Verimli dönüştürme, toplam yaşam

İklim değişimiyle başedebilmek için iki yaklaşım vardır. Bunlar iklim değişmesine yol açan etkenlerle mücadele (mitigation) yöntemleri ve değişen iklimlerde yaşamı sürdürmeyi sağlayan (adaptasyon) planlarıdır. Bu iki farklı görünen yaklaşım, mücadele yöntemindeki gecikme ve başarısızlıkları bir ölçüde sönümleyip, bulunduğumuz yerlerde yaşamımızı sürdürmemizi sağlayacak önlemleri almamızı sağlayacak yaklaşımlardır. Bunlar önceden planlanmazsa toplu göçler ve ekonomik darboğazlar başlayabilir.



çemberi kavramları kullanılarak sanayide enerji tasarrufu yapılabilmektedir. Ömrü bitmiş ürün ve atıkların geri kazanımı yoluyla bunlarda gömülü bulunan enerjinin tasarrufu sağlanmaktadır.

•Enerji dönüşüm sistemlerinde ise ileri türbin teknolojileri, yanma verimi yüksek teknikler, ısı iletimi ve kullanımını tesis düzeyinde optimize eden prosesler kullanılmalıdır.

•Özellikle Avrupa Birliği uyumlaştırma çalışmaları arasında önemli yer tutan atık azaltımı ve en iyi mevcut teknoloji (BAT) kullanımı yönlendirmeleri gibi artık Türkiye'nin mevzuatına da giren bu konu, aynı zamanda iklim değişimi ile mücadele için iyi bir yaklaşım getirir.

Çözüm stratejisi 3: Enerjinin tüketim sektöründe etkin kullanımı

a. En temiz enerjinin tasarruf edilen enerji olduğu kavramı daima gündemdedir. Çünkü etkin kullanılan ve tasarruf edilen enerji karşılığında kaynak israfı engellenmekte ve bunun karşılığı kadar çevre korunmuş olmaktadır.

b. Günümüzde gelişmiş ülkelerde kişi başına enerji tüketimi miktarı (=enerji yoğunluğu) azalmaktadır. Bunun nedeni enerji verimliliğinde sağlanan artıştır. Bizde ise artış vardır ve bu Türkiye için sürdürülemez bir politikadır.

c. Ülkemizde her yıl milyarlarca dolarlık enerji kaybı olduğu tespiti yapılmıştır. Bu nedenle "Enerji verimliliği yasası"nın çıkartılarak yapı-konut, sanayi, ulaştırma sektör projelerinde tasarruf ve verimlilik arttırma uygulamalarının denetimi şarttır.

Çözüm stratejisi 4: Arazi kullanım ve orman varlığında özenli olmak.

Atmosfere atılan karbon dioksit, karbon dolanımına girerek yeşil bitkiler tarafından özümleme reaksiyonuna

alınmakta ve bu şekilde ortamdan uzaklaşmış olmaktadır. Bu yeşil bitki örtüsü ne kadar yaygın ve gelişen orman varlığında olduğu gibi karbon dioksit tüketiminde ne kadar etkili. ise iklimlerin değişmesi o kadar yavaşlar.

Çözüm stratejisi 5: Karbon dioksiti teknolojik yollardan gidermek,

Bir kaç yıl öncesine kadar mühendislerle inanılmaz gelen bazı ileri tekniklerle karbondioksit deniz dibine, jeolojik katmanlara, ya da başka kullanım alanlarına sevk edilerek yok edilebilmektedir. Bu konu da teknik anlamda ayrıntılı olarak düşünülmesi yararlı konulardan biridir.

TÜRKİYE İklimbildirimi raporuna göre ülkemizde durum

İklimbildirim raporu incelendiğinde geçmiş 55 yılda Hatay'dan İstanbul'a çekilecek bir hattın batısında yazın sıcaklıkların arttığı, kışın ise bir miktar azaldığı görülmektedir. Ayrıca kış maksimum ve minimumları düşmüş, yaz maksimum ve minimumları yükselmiştir. Bu da ortalamada gözlenen eğilimin, yani daha sıcak yazlar, daha soğuk kışların yaşandığının kanıtıdır. Geleceğe ait tahminler de bu eğilimin şiddetlenerek devam edeceğini göstermektedir. Buna göre batı bölgelerimizde bu yüzyılın son otuz yılında ortalama olarak kış sıcaklık düşüşünün, geçen yüzyılın sonlarına göre 2-2.5 °C; yaz sıcaklık yükselişinin ise 4-4.5 °C olacağı gösterilmektedir. Ege için bu sıcaklık artış ve azalmaları Akdeniz ikliminin ortadan kalkmaya başlaması ve özel bitki örtüsünün stres altında kalması anlamına gelir. İzmir'de yıllık ortalama sıcaklığın 16-17 °C olduğunu düşünürsek bu boyutta bir ısınmanın önemi daha iyi anlaşılır.

Türkiye yılda 286 milyon ton karbon dioksit emisyonu yapmaktadır. Bunun 2020 yılında 600 milyon tonu geçeceği öngörülmektedir. 1994-

2004 arasında sera gazı emisyonlarımız %72 artmış. Bu bize dünya ülkeleri arasında 10 yılda karbon dioksit salımını en çok arttıran ülke olarak bir dünya birinciliği getirmiştir. İklim raporunda yeralan enerji politikası ile bu olumsuz birinciliğimiz sürecektir.

Raporda yer alan enerji politikasına güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle (ikincil olan hidrojen, biyogaz, biyoyakıt vb. dahil) gibi yenilenebilir enerji türlerinin katkısı konusunda planlananların iklim değişimi ile bağdaştırılması yetersizdir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece jeotermal bile kalan linyit potansiyeli ile başbaşa gelecek bir potansiyel iken, yatırımı fosil kaynaklara yönlendirmenin mantığını iyi değerlendirmeliyiz.

Türkiye İklim Bildirimi raporunda fosil yakıtların yerini alabilecek, ikna edici bir enerji politikası ortaya konabilmiş değildir. Elektrik üretiminde bu büyüklükteki bir ulusal şebeke, yenilenebilir enerji kaynakları ile nasıl bağdaşır teknik olarak ortada yoktur. Enerji konusundaki yatırımların net elektrik arzına dönüşmesinde çok düşük olan verimliliğin artırılması vardır. Su varlığındaki azalmanın şimdiden önemli boyutlara ulaştığı bölgemizde, sulama ve tüketim amaçlı su kaynaklarının gereksiz tüketim-aşırı tüketim-kirlenme veya başka yatırım projelerine su kaynaklarını kurban etme lüksüne tahammülü kalmamıştır. Tüm endüstriyel sektörlerde acilen su tasarrufunu sağlayacak bir Ege Bölgesi acil eylem planı hazırlanmalı ve buna ilişkin teknoloji transferleri ve inovasyon çalışmalarına hemen başlanması gerekmektedir.

Referanslar

1. Moss ve Schneider, (2000), Sources of Uncertainty, İnternet kaynakları
2. Schneider, S. ve Lane, J. The Integrated Assessment Journal (2005) Vol.5, Iss.1, sayfa 41-75.
3. Türkiye İklim bildirimi raporu (2007), Çevre ve Orman Bakanlığı web sitesi