

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ve ENERJİ

Selva Tüzüner
Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komitesi

Sera gazlarının neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar 20. yüzyılın sonlarında yoğunlaşmış ve soruna küresel çözüm bulmak üzere, Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” ve “Kyoto Protokolü” dünyada yürürlüğe girmiştir. İklim değişikliği yavaş bir süreçtir. Ancak ilk etkilerinin günümüzde görülmeye başlanması ve bazı dramatik raporların yayınlanması, iklim değişikliğini üzerinde çok tartışılan güncel konulardan biri haline getirmiştir. Enerjiye yönelik faaliyetlerden kaynaklanan sera gazlarının toplamda yüksek bir paya sahip olması, enerji-ilişkin sektörleri ve faaliyetleri önemli hale getirmektedir. Elektrik enerjisi sektörü hem emisyonlar açısından, hem de iklim değişikliğinden etkilenecek olması açısından üzerine eğilimesi gereken bir sektördür.

İklim Değişikliği, Sera Gazları

Başta karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazotmonoksit (N_2O) olmak üzere, insan faaliyetlerinden kaynaklanan ve sera gazları (Greenhouse gases-GHG) olarak tanımlanan gazların atmosferde doğal dengeyi bozacak şekilde birikmesi, atmosferde ortalama sıcaklığın artmasına ve küresel ısınmaya (Global warming) neden olmakta ve iklim değişikliği (Climate change) sonucunu yaratmaktadır. Küresel bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkan iklim değişikliği, kurak ve yarı kurak alanlarda yağışların

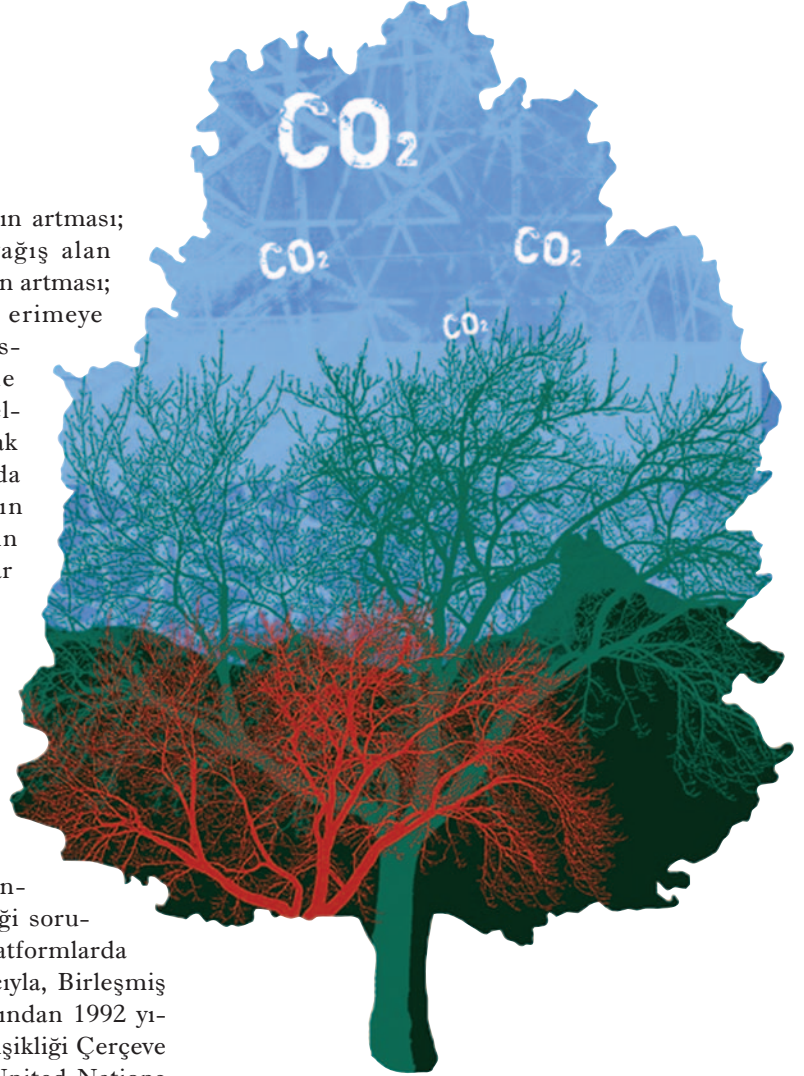
azalması ile kuraklığın artması; buna karşılık bol yağış alan yerlerde sel olaylarının artması; buzulların erimesi; erimeye bağlı olarak okyanuslarda ve denizlerde su seviyesinin yükselmesi, dolayısıyla alçak kıyıların sular altında kalması, ormanların ve bitki çeşitliliğinin azalması gibi sorunlar doğurmaktadır.

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü

Tüm dünyayı ilgilendiren iklim değişikliği sorununa uluslararası platformlarda çözüm bulmak amacıyla, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 1992 yılında, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi-İDÇS (United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC) imzaya açılmış olup, 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşme, ülkelerin bu sorundaki tarihsel sorumluluklarını, gelişmişlik düzeylerini dikkate alarak farklı ülke grupları için farklı yükümlülükler getirmektedir. Söz konusu farklı gruplar ise sözleşme ekleri ile belirlenmiştir. Ek-I ve Ek-II’de yer alan ülkeler gelişmiş ülkelerdir. Ek-II listesi OECD ve AB ülkelerini kapsamaktadır. Ek-I listesinde, Ek-II ülkeleri ile birlikte, Rusya Federasyonu ve Rusya’nın

dağılması ile oluşan ve ekonomileri geçiş döneminde olan ülkeler yer almaktadır. Ek-I ve Ek-II listeleri dışında kalan ülkeler ise gelişmekte olan ülkelerdir.

Kyoto Protokolü (KP), İDÇS’ne ilişkin olarak, 1997 yılında imzaya açılmış, Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girebilmiştir. Yaptırımları zayıf olan İDÇS’ne karşılık, KP ile sözleşme hükümleri hayata geçirilmekte ve önemli yaptırımlar getirilmektedir. İDÇS’de Ek-I ülkeleri için sera gazı



salımlarının 2000 yılında 1990 yılı seviyelerinde tutulması öngörülürken, KP'nde ilk uygulama dönemi olan 2008-2012 döneminde 1990 yılına göre en az yüzde 5 azaltılması hükmü bulunmaktadır.

KP Ek-A'da, CO₂, CH₄, N₂O, SF₆ (Kükürt hekzaflorür), HFCs (Hidroflorokarbonlar), PFCs (Perflorokarbonlar) olarak altı adet sera gazının kapsama alındığı belirtilmekte, ayrıca sektörler ve kaynak kategorileri sıralanmakta, Ek-B'de ise 2008-2012 için Ek-I ülkelerinin sayısal azaltım hedefleri bulunmaktadır.

KP ile sera gazı azaltımının sağlanmasına yönelik olarak bazı esneklik mekanizmaları getirilmiş olup, bu mekanizmalar aşağıda verilmektedir.

• Emisyon Ticareti (Emission Trading-ET)

Sözleşmenin EK-I listesinde bulunan gelişmiş ülkelerin kendi aralarında uygulanmakta olup, böylece emisyon azaltım hedeflerine ulaşılmasına olanak sağlayan bir mekanizmadır. Ancak ET'nin uygulanmasının oldukça kompleks olduğu akıldaki tutulmalıdır.

• Ortak Uygulama (Joint Implementation-JI)

ET gibi bu mekanizma da EK-I ülkeleri arasında gerçekleştirilmekte olup, bu mekanizmayı uygulayan taraflar, emisyon azaltım hedeflerine ulaşmak için ortak politika/ortak proje geliştirebilmektedirler.

• Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism-CDM)

Bir EK-I ülkesinin yani gelişmiş ülkenin, EK-I dışı bir ülkede, yani gelişmekte olan ülkede, daha az maliyetle daha fazla azaltım sağlayan bir proje yürütmesine olanak tanıyan bir mekanizmadır.

Türkiye'nin Durumu

Türkiye, sözleşmenin hem Ek-I listesinde, hem de yükümlülükleri daha ağır olan Ek-II listesinde yer

almış olması ve bu durumun ülkenin gelişmişlik düzeyi ile bağdaşmaması nedeniyle sözleşmeyi imzalamamıştır. Daha sonra, Türkiye, Ek-II listesinden çıkarılması ve ülkenin "özel koşulları" dikkate alınarak, Ek-I listesinde kalması konusunda bir öneride bulunmuştur. 2001 yılında, Sözleşmenin Yedinci Taraflar Konferansı'nda (COP-7), ülkemizin bu talebi kabul edilerek karara bağlanmıştır. Bu çerçevede, İDÇS TBMM'de onaylanmış ve 24 Mayıs 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Türkiye sadece İDÇS'ne üyedir ve henüz KP'ne taraf olmamıştır. Dolayısıyla KP'ne ilişkin herhangi bir yükümlülüğü olmadığı gibi esneklik mekanizmalarında da yer alması mümkün değildir. Türkiye'nin AB üyeliğine bağlı olarak, KP'ne taraf olması gerekecektir. Ancak, konunun ülke çıkarları açısından çok iyi irdelenmesi ve ağır yükümlülükler almaksızın uygun bir zamanlama ile taraf olunması önemlidir.

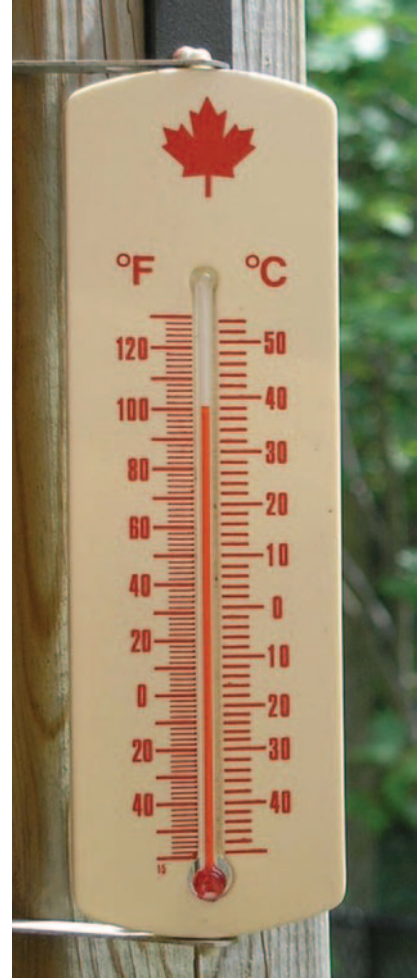
İDÇS hükümlerine göre, sözleşmeye taraf olunmasından sonra hazırlanması gereken "Birinci Ulusal Bildirim (First National Communication)" ve ilk "Ulusal Envanter (National Inventory)" kısa bir süre önce BM'e sunulmuştur. Ayrıca Ulusal Bildirim'de yer almak üzere, enerji ilişkin faaliyetlerde sera gazı azaltım senaryolarının oluşturulmasına yönelik bir proje UNDP desteği ile, Argonne Ulusal Laboratuvarı (ABD) danışmanlığında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir. Projede, çalışılan senaryolar için sera gazı azaltımları ve maliyetleri çıkarılmış ve emisyon azaltımında en maliyet etkin senaryonun talep tarafı yönetiminde (Demand Side Management-DSM) enerji verimliliğinin sağlanması olduğu görülmüştür.

BM raporlarına göre, İDÇS Ek-I ülkelerinin CO₂-eşdeğer emisyonları listesinde, yüzde 72.6 artışla, Türkiye birinci sıradadır. Diğer

tarafından Türkiye'nin emisyonları çok düşük seviyede olup, 2004 yılında CO₂ emisyonları, dünya toplamının yüzde 0.79'unu, OECD ülkelerinin ise yüzde 1.62'sini oluşturmaktadır.

İklim Değişikliği ve Enerji Etkileşimi

Sera gazları, çeşitli sektörlerden kaynaklanmakla birlikte, enerji-ilişkin faaliyetler toplam sera gazı emisyonlarında önemli bir sorumluluk payına sahiptir. Ülkemiz verilerine göre, bu pay yüzde 76.7'dir. CH₄, N₂O gibi bazı sera gazlarının atmosferde yarattığı sera etkisinin CO₂'e göre çok fazla olmasına karşılık, elektrik, sanayi, konut, ulaşım gibi sektörlerde enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılması ile çok büyük miktarlarda atmosfere verilen CO₂, çok önemli



bir paya sahiptir. Türkiye verilerine göre, enerji kaynaklı CO₂'in payı yüzde 81.5'dir. Enerji-ilişkin sektörler arasında, emisyonlardan en fazla sorumlu olan elektrik enerjisi sektörüdür. Şekil 1'de, CO₂-eşdeğer (CO₂ ve CO₂ cinsinden ifade edilen diğer sera gazlarının toplamı) olarak sera gazlarının sektörel dağılımı verilmektedir.

Şekil 1'de de görüldüğü gibi enerji kaynaklı emisyonlarının sektörel dağılımında elektrik sektörü yüzde 34 ile birinci sıradadır. Sektöre Tablo 1'de verilen indikatörler açısından bakılmasında yarar görülmektedir.

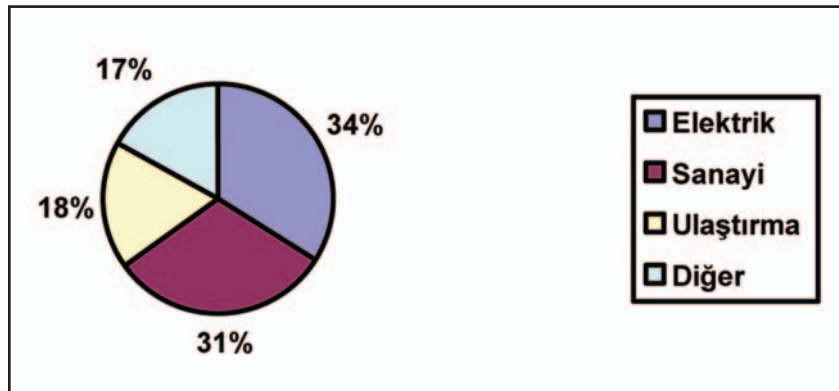
Tablo 1'deki verilere göre elektrik üretiminin yüzde 162 ile ülkenin kalkınma hızından daha büyük oranda artış gösterdiği görülmektedir. Buna bağlı olarak, elektrik sektöründen kaynaklanan emisyonlarda da artış olmakla birlikte, bu artış yüzde 132 ile daha düşük bir orandadır. Bu husus, elektrik sektörü sera gazı emisyonları yoğunluğunda (KgCO₂-eşdeğer/Kw-hr) yüzde 11 oranında azalma olmasından kaynaklanmaktadır.

Elektrik üretiminde, termik üretimin toplam üretimdeki payının yüksek olması (yaklaşık yüzde 70) fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂

emisyonları yoğunluğunu önemli hale getirmektedir. 1990-2004 yılları arasındaki dönemde, kömüre göre daha az emisyon veren doğalgazın elektrik üretiminde kullanımının artmasına bağlı olarak, elektrik sektörü CO₂ yoğunluğunda (KgCO₂/Kw-hr) genel bir azalma olmakla birlikte, hidrolik üretimde düşüş olduğu yıllarda artış göstermektedir.

Elektrik üretiminde sera gazlarının azaltılması için alınması gereken önlemler, genel olarak, fosil yakıtlarının kullanımının azaltılması; hidrolik ve yenilenebilir enerji kaynakları v.b. kaynakların artırılması; yüksek verimli, gelişmiş teknolojilerin uygulanması ve son yıllarda gündeme gelen karbon tutma ve depolama teknolojisi (Carbon capture and storage) olarak sıralanabilir. Ancak bu önlemlerin alınmasında ülkemizin ekonomik koşulları ve elektrik enerjisi talebindeki hızlı artış dikkate alınmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması önemlidir, ancak hızla artan talebin karşılanmasında yeterli olamayacağı açıktır. Kömüre dayalı termik santraller için mevcut gelişmiş teknolojilerin maliyetleri oldukça yüksek olup, çoğu ticarileşmemiştir. Karbon tutma ve depolama teknolojisinde ise, çözümlenmesi gereken pek çok teknik, mali ve idari sorun olup, ticarileşmesi ve maliyetlerin düşerek yaygınlaşması için 2030'lu yıllar hedeflenmektedir. (IEA Workshop on Early Options for Carbon Capture and Storage, 21-22 June 2007, Oslo-Norway) Elektrik üretiminde alınacak önlemlerden başka sera gazlarında önemli ölçüde azalma sağlayan en önemli maliyet-etkin çözüm enerji verimliliğinin, özellikle talep taraflı yönetim (Demand Side Management) ile verimliliğin artırılmasıdır. Verimliliğin artırılması bir yandan sera gazlarını azaltırken, diğer yandan kaynak israfını da önleyecek ve oldukça yüksek olan ülkemiz enerji yoğunluğunun da azalmasını sağlayacaktır. Halen dünyada da verimliliğin artırılması en öncelikli çözüm olarak kabul edilmektedir.

Şekil 1: 2004 Yılı Enerji Kaynaklı Sera Gazlarının Sektörel Dağılımı



Kaynak: Birinci Ulusal Bildirim, Türkiye 2007

Tablo 1: Sera Gazları - İndikatörler

	1990	2004	Artış Oranı
GSMH (1000YTL)1987	83,579	136,693	%64
Toplam Sera Gazları (Milyon ton CO ₂ -eşdeğer)	70.061	296.6	%74
Elektrik Üretimi (Milyar kW-hr)	57.54	150.7	%162
Elektrik Sektörü Sera Gazları (Milyon ton CO ₂ -eşdeğer)	30.4	70.7	%132
Elektrik Sektörü Sera Gazı yoğunluğu (Kg CO ₂ -eşdeğer/ kW-hr)	0.529	0.469	- %11

Kaynak: Bölgesel Çevre Merkezi-REC

Elektrik sektörü sadece iklim değişikliğine yaptığı olumsuz etkiler açısından değil, aynı zamanda iklim değişikliği sonuçlarından etkilenecek olması açısından da önemli bir sektördür. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) çalışmalarında (Climate Change 2001: Working Group II: Impacts and Vulnerability, Chap.7, 7.3.1.Energy Supply and Demand - IPCC, UNEP, WMO) iklim değişikliğinin enerji arzını ve talebini etkileyeceği belirtilmekte ve daha sonra yapılan çalışmaların da bu öngörüye teyit eder nitelikte olduğu dile getirilmektedir.

Dünyada yapılan çalışmalara göre, Türkiye kuraklık açısından duyarlı ülkeler arasında yer almakta olup, Ege kıyıları, Doğu Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri kuraklığın yoğun bir şekilde yaşanacağı bölgelerdir. Yağış şekli ve yağış karakteristiklerindeki değişiklikler, yağmur ve kar yağışındaki azalma, buna ilaveten sıcaklık artışından dolayı su yüzeyinden buharlaşmanın artması su kaynakları üzerinde olumsuz etki yapacaktır. Su kaynaklarındaki azalma yaz aylarında hidrolik enerji arzında düşüğe ve zaman içinde hidrolik potansiyelde azalmaya neden olabilecektir. Bazı yörelerde ise, olağan dışı yoğun yağışlardan dolayı seller oluşabilecek ve bu su taşkınlar da hidrolik santraller açısından bir başka risk olacaktır. Ayrıca klimatolojik değişiklikler rüzgar enerjisi üretimini de etkileyebilecek, rüzgar santralının bulunduğu yöreye bağlı olarak, rüzgar hızında değişimler yaşanabilecek ve elektrik üretimi için teknolojik olarak kabul edilebilir değerlerin üstüne çıkılması veya altına inilmesi söz konusu olabilecektir.

Elektrik sektöründe, enerji arzı açısından risk yaratabilecek diğer bir husus da sıcaklıkların artması ile termik santrallarda soğutma suyundan kaynaklanan kapasite düşüklüklerinin yaşanmasıdır. Bu husus kurulması planlanan yeni santral projelerinde de dikkate alınmalıdır.



İklim değişikliği, enerji arzı yönünden risk oluşturan olumsuz etkiler yaratırken talep tarafında da bazı etkiler yaratmaktadır. Sıcaklığın artması, yaz döneminde soğutma sistemlerinin daha fazla çalışmasına ve elektrik tüketiminin artmasına neden olacak ve elektrik enerjisi arzında zaman zaman sorunlar yaşanabilecektir.

Küresel ısınmanın yukarıda özetlenen olası etkilerinden bazıları günümüzde ilk işaretlerini vermektedir. Ancak yaşanmakta olan su kaynaklarındaki azalma, hidrolik üretimde düşüş, termik santrallarda kapasite düşüşü v.b. olumsuzlukların tümünü iklim değişikliğine bağlamak da pek doğru olmayacaktır. İklim değişikliğinin etkilerine karşılık alınacak tedbirler konusunda geç kalınmıştır. Örneğin suyun israf edilmesi ve su yönetiminin iyi yapılamaması su kaynaklarındaki azalmayı yer yer büyük bir soruna dönüştürmüştür. Diğer taraftan gerekli yatırımların yapılmaması durumunda önümüzdeki yıllarda enerji arzında daha büyük sıkıntılar yaşanabilecektir. Ayrıca elektrik arzında ve talebindeki olumsuz gelişmeler, belirsizlikler, rekabete dayalı enerji

piyasasını da etkileyebilecektir. Bu nedenle iklim değişikliğinin elektrik enerjisi sektörü üzerindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesi, bu etkilere karşı hazırlıklı olunması için önlemlerin alınması ve planların yapılması, ileride yaşanabilecek olası sorunların azaltılması/giderilmesi açısından önem arz etmektedir. ■

