

ENERJİ ÇEVRE İKİLEMİNE GENEL BAKIŞ

Doğan ANAKÖK

Yeryüzünde insanoğlunun geçmişte ve bugün gerçekleştirdiği etkinlikleri sonucu, içinde yaşadığı çevreye küresel olarak zarar verdiği bilinmektedir, insanlık, tonlarca atığı atmosfere salmakla kendi geleceğini etkileyen talihsiz bir deneyi pek de kasıtlı olmadan gerçekleştiriyor. Bu deneyin, yerkürenin ekosisteminde yol açtığı değişiklikler, bilimsel bulguların elverdiği ölçüde gün ışığına çıkarken pek çok bilimsel belirsizlik ise gelecek nesilleri ne gibi geri dönülmez sürprizlerin beklediği sorusunu akla getiriyor.

Bugün artık küresel iklim ısınması, stratosfer ozon tabakasının incelmeye başlaması, kentsel ozon oluşumu, asit yağmurları, sera etkisi ve radyoaktif kirlenme gibi olgular bilim adamları ve ilgili uzmanlık kuruluşlarının gündeminden tüm kamuoyunun ilgi alanına taşındı. Çevre duyarlılığı en geniş kesimlere mal olmaya başladı. Atmosferde oluşan değişikliklerin toplumlara tehdit edebilecek sonuçlara yol açması karşısında, sorunları anlama ve etkili çözümler bulmak için köktenci çabalara gereksinim duyulduğu çeşitli çevrelerce kabul ediliyor. Gelecek yüzyılın temel ilgi alanının, askersel güvenlik yerine çevre güvenliği olacağı önde gelen devlet adamlarınca dile getiriliyor.

İklim Değişiyor mu...?

Bugün bilim adamları sera etkisi konusunda genel hatları ile anlaşma içindedirler. Isı tutan sera gazlarının, atmosferde; insan etkinliği sonucu düzenli olarak arttığı ortaya çıkarılmıştır. Karbondioksit (CO₂) bu etkinin yarısından sorumlu tutuluyor. Metan (CH₄), Nitrojen Oksit (N₂O), kloroflorokarbonlar (CFC) ve alt atmosfer ozonu (O₃) gibi ısı tutucu gazlar ise diğer yarısının sorumlusu.

Son yüzyıl içinde sıcaklığın 0.5°C arttığı ortaya kondu. Önümüzdeki 50-100 yıl içinde atmosferdeki CO₂ düzeyinin bugünkü değerinin iki katına çıkacağı bilgisayar modelleri ile tahmin ediliyor.



Atmosferin bileşiminde insan ürünü az bir değişiklikle iklim yapısının değişeceği düşünülmesi yıllar öncesine dayanıyor. 19. yy sonunda İsveçli bilimci Suante A. Arrhenius atmosferdeki CO₂ miktarının 2 katına çıkması ile 4-6°C'lik küresel ısınmanın meydana geleceğini tahmin etti. Bugünkü bilimsel araştırmaların sonuçları da pek farklı değil. Kapsamlı bilgisayar modellerine dayalı değişik araştırmalar, önümüzdeki 50 yıl içinde küresel sıcaklık artışının 1-3°C arasında olacağını gösteriyor. 1765ten beri atmosferdeki CO₂ miktarının 280 ppm'den 350 ppm'e, metan miktarının 800 ppm'den 1700 ppm'e, Nitrojen oksitleri

(NO_x) miktarının ise, 285 ppm'den 310 ppm'e yükseldiği belirlendi. Stratosfer ozon tabakasının tahrip olmasından sorumlu tutulan Kloroflorokarbonların (CFC) ise 0 ppb'den 1 ppb'ye yükseldiği saptandı. Atmosferdeki CO₂ düzeyi artışı sanayileşmeye koşut seyrediyor. Az gelişmiş ve* kalkınmakta olan ülkelerin karbondioksit atıklarına katkısı 1980 yılında yalnızca % 20 oranında ABD, SSCB ve Batı Avrupa'nın payı ise % 70. Yalnızca ABD yıllık tüm CO₂ üretiminin 1/4'ünü üretiyor. Fosil yakıtların, taşımacılık, enerji üretimi ve imalat sanayi gibi alanlarda kullanılması ile atmosfere çeşitli sera gazları salınıyor. Bugün fosil yakıtların kullanımı ile atmosfere atılan yıllık CO₂ miktarı 5 Milyar tondur. Araştırmacılar, ormanların ve bitki örtüsünün tahribi sonucu 0.5-1.5 Milyar ton CO₂ artışına daha neden olduğunu belirtmektedirler, özetle, yanma sonucu atmosfere karışan CO₂'nin iklimin küresel ısınmasında önemli rolü olacağı, diğer ısı tutan gazların ise bu süreci hızlandırdığı bilim çevrelerince kabul edildiği halde, böyle birtdeğişimin çevresel etkilerinin ne olacağı tam olarak kestirilemiyor. Dünyanın iklim sisteminin bütünüyle istikrarını yitirmesi endişesi bu belirsizlik içinde değişik varsayımların üretilmesine yol açıyor.

Asit Yağmuru

Terim ortaya ilk kez İngiliz Kimyacı Robert Angus Smith'in kaleminden 1872'de çıktı. 1972 yılında yani tam 100 yıl

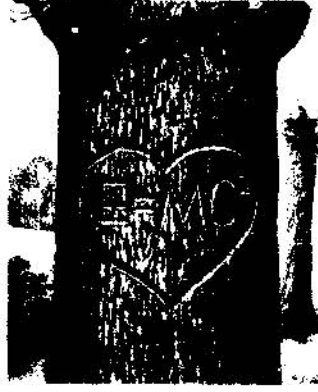
sonra, Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nda bu kavram tüm kamuoyuna mal oldu.

Bugün artık asit yağmuru kavramı uluslararası konuların gündemine de girdi. Avrupa'da, İngiltere ile İskandinavya, Amerika'da ABD ile Kanada arasında gerginlik kaynağı oluşturuyor. Batı Almanya ve diğer gelişmiş ülkelerde rastlanan büyük çaptaki orman yıkımlarından asit yağmurları sorumlu tutuluyor. Asit yağışı ya da asit birikmesi bu alanda kullanılan eşanlamlı diğer terimler. Bilindiği gibi, suyun asitliliği hidrojen iyonunun konsantrasyonunun bir ölçüsü olan PH birimi ile ölçülür. Saf suyun PH'ı 7 iken asitli maddeler düşük PH'a, alkali (bazik) maddeler ise yüksek PH'a sahiptir. PH ölçüsü 0-14 değerleri arasında değişmektedir. Atmosferde su, nominal kârbondiyoksitle (CO_2) temas ettiğinde PH'ı 5.6 olan bir yağışa neden olur. Bazı durumlarda insan etkinlikleri ile ilgili atıkların atmosfere verilmediği ortamlar da doğal nedenlerle PH'ı 5 olan asitli yağışlara rastlanmaktadır.

Asit yağmuru olarak tanımlanan yağışın PH'ı ise 5'in altında kabul ediliyor. Endüstriyel tesislerden, enerji santrallerinden atmosfere atılan kükürt dioksit (SO_2) ve Nitrojen oksitler (NO_x) asit yağmuru neden olmaktadır. Kamuoyu, orman ve bitki örtüsünün tahribinden, sulardaki canlı yaşamın olumsuz etkilenmesine kadar pek çok konuda asit yağmurlarını sorumlu tutuyor. Yalnızca ABD'de 1985 yılında insan etkinlikleri sonucu 21 milyon ton SO_2 atmosfere atıldı. Aynı yılda, NO_x atık miktarı ise 24 milyon ton. Asit yağmurlarının insan sağlığı, ormanlar, deniz, göl ve akarsularda yaşayan canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması ve bu konuda etkili önlemlerin alınması çevreye duyarlı kamuoyunun, bilim ve araştırma kuruluşlarının, politikacıların ve hükümetlerin önemli gündem maddelerinden birisi olmak durumunda.

Enerji Sektörü Ve Çevre Sorunları

Bugün pek çok ülkede bilimsel kuruluşlar kendilerine ayrılan büyük parasal kaynaklarla asit yağmuru, sera etkisi, sera gazlarının önemi, okyanus ve bitki fotosentezlerini kapsayan biyolojik araştırmalar çevre ve iklim değişikliklerinde doğal nedenler, radyoaktif kirlenme ve sonuçları vb. gibi konularda araştırmalar yapıyorlar. Konu, bilim çevreleri ve uzmanlık alanlarının dışındada tartışılır hale geliyor. Konuya duyarlılığın artması ile birlikte karşılaşılan yaşamsal önemdeki sorunlar sağduyulu bir yaklaşımın ortaya çıkmasına pek az yardımcı olurken, nüfusun değişik kesimleri arasında birbiriyle kimi zaman çelişen tepkilerin ortaya çıkmasına neden oluyor. Elektrik enerjisi sektörü de; kendisini, çevre sorunlarının potansiyeli ile uğraşan ilginç bir konumda buluyor. Enerji sektörü, yaşanan sorunların başlıca sorumlusu durumuna geliyor. ABD'de yaşanan Three Mile Island ve SSCB'de yaşanan Çernobil nükleer faciaları tüm insanların belleğinde deh-



"Pefc çok: ülkede nükleer programlar kamuoyunun tepkisiyle durduruluyor."

Santral Atıkları

Dünya çapında nükleer santrallara karşı olan tepki ile birlikte son yıllarda nükleer enerji programlarına daha az yer verilmek zorunda kalındığını daha önce belirtmiştik. Son yıllarda fosil yakıtlı santral atıklarının çeşitli ülkelerin kamuoyunda açtığı tartışmalar da boyutlandı. Önceleri



kamuoyunun ilgisi daha dar çerçevede asit yağmurdan sorumlu tutulan sülfürdioksit (SO₂) atığı konusuna yönelirken daha sonraları çevresel ilgi gündemine daha geniş ve kapsamlı konular yerleşti. Bugün artık nitrojen oksitlerin (NOx) artan bir trend de kentsel ozon oluşumuna yol açtığı, asit yağmurlarına neden olduğu biliniyor, iklimin küresel ısınması, ozon tabakasının incelmeye gibi konularda artan kaygılar CO₂ ve NOx atıklarını da hedef haline getirdi. Kömür santrallerinden atılan kirlenmeler arasında CO₂ en büyük kütleyi oluşturuyor. Bunu sırasıyla toz, SO₂, Hidrojen klorid, Hidrojen florid ve NOx izliyor. 1000 MW'lık bir santral saatte 900 ton CO₂'yi atmosfere göndermektedir. Elektrik santral atıklarının diğer kirlenmelerle karşılaştırılmaları tartışma konusu olurken -örneğin tüm motorlu araçların NOx atık miktarı santral atıklarından daha çok- çeşitli ülkelerde çevre koruma ile ilgili yasal kısıtlamalar elektrik kuruluşlarını da etkiliyor. Bugün kömür yakıtı enerji üretiminin önündeki en büyük engel çevre korumaya dönük büyük maliyetler. Bu maliyetler 1970'li yıllardan başlayarak büyük bir hızla artıyor. Yeni santrallerde yatırım maliyetinin % 40'ı, işletme maliyetinin ise % 35'i kirlilik denetim sistemlerine ayrılıyor. Gelişmiş ülkelerde ayrıca, santral üretiminin % 3-8 arası oranlarda maliyet oluşturan kirlilik cezaları uygulanıyor. ABD'de 1970'de yürürlüğe giren temiz hava sözleşmesi (clean air act) ve buna bağlı yönetmelikler baca gazı sülfür arıtma sistemlerini tüm yeni santrallerde zorunlu kıldı. ABD'de yeni tesislerde % 70 oranında sülfür giderme verimliliği zorunlu kıldı.

1988 rakamlarıyla ABD'de 50.000 MW'lık üretim kapasitesini kapsayan ve 20 Milyar Dolar maliyetinde baca gazı sülfür arıtma tesisi gerçekleştirildi. Asit yağmuruyla açan nedenlerin araştırılması için, büyük çapta araştırma programları oluşturuldu. Santral atık düzeylerinin daha da indirilmesi pak çok ülkede yasa ve yönetmeliklere bağlandı. AEJ Topluluğunda sülfür atıklarının 2003 yılına kadar % 60 oranında düşürülmesi kararlaştırıldı. Almanya'da son yıllarda ortaya çıkan büyük çaptaki orman yıkımının nedenlerini ortaya çıkarmak için bilimsel araştırmalar sürdürülürken, şimdilerde üzerinde daha dikkatli durulan NOx atıklarının % 30 oranında azaltılması için yine AET ülkeleri karar aldılar, İngiltere'de Central Energy Generation Board (CEGB) 6000 MW'lık mevcut santral ünitesine baca gazı sülfür arıtma sistemi kurmayı kararlaştırdı... Yine CEGB NOx atıklarının düzeyini düşürmek için 12 büyük santralde özel yakıcı (burner) sistemleri monte etmeye başladı. Bu iş için 170 Milyon £ (Paund) harcama yapılması planlandı. Yalnızca CEGB SO₂ ve NOx atıklarında AET direktifleri doğrultusunda azaltma yapmak üzere 2 Milyar £ (paund) harcama ile santrallerine arıtma tesisi kuruyor ya da sistem değişikliklerine gidiyor. Avusturya, yapımı biten nükleer santrali devreye almazken, İsveç Parlamentosu 2010 yılına kadar 10000 MW'lık Nükleer Santral kapasitesini kapatmayı kararlaştırdı.



“Çevre sorunları açısından termik santrallerin öneminin artacağı görülüyor. Bugünkü mevcut teknolojik olanaklar santrallerin büyük ölçüde gidermek mümkün. Baca gazı sülfür giderme tesisleri pek çok santralde uygulanıyor.”

Atık Giderme Yöntemleri

Gelecek 20-30 yıl içinde kömürün petrolü geçerek dünyada en çok kullanılan yakıt durumuna gelmesi bekleniyor. Gelecek yüzyılın ortalarında kömür üretiminin bugünkü 3 katına çıkacağı tahmin ediliyor. Yakınlarda yapılan bir BM çalışmasına göre önümüzdeki 10 yıl içinde yalnızca Asya'da ve Pasifik havzasında 110.000 MW'lık yeni kömür yakıtı enerji üretim kapasitesinin devreye gireceği belirtiliyor. Fosil yakıt kullanan diğer santraller de birlikte düşünüldüğünde çevre sorunları açısından termik santrallerin öneminin artacağı görülüyor. Bugünkü mevcut teknolojik olanaklarla santral atıklarını büyük ölçüde gidermek mümkün. Baca gazı sülfür giderme tesisleri pek çok santralde uygulanıyor. Artık nitrojen oksitlerin (NOx) asit yağmuru oluşumu, fotokimyasal oksidasyon ve ozon tabakası incelmesinde olumsuz etkilerinin ortaya çıkması ile NOx atıklarının arıtılması üzerinde daha çok duruluyor. NOx denetimi için en ucuz yol olarak yanma (combustion) teknolojilerinde değişiklik yapılması öngörülüyor. Yakıcılarda (Burner) yapılan bir değişiklikte nitrojenin (azot) oksitlenmesi sınırlandırılarak % 40-60 oranında NOx azaltılması sağlanabiliyor. NOx'in yanma sürecinde yapılacak daha kombine ve ileri yöntemlerle % 75 oranında azaltılması ve hatta baca gazında uygulanacak arıtma sistemleri ile % 80'lerin üzerinde oranlarda azaltılması planlanıyor. Japonya'da yanma sonrası NOx denetimine ilişkin olarak, küçük ölçekli ve seçici katalitik azaltma (SCR, Selective Catalytic Reduction) diye anılan bir yöntem kullanıldı. Ticari olarak yaygınlaşan bu yöntem basitçe anlatılacak olursa; baca gazı amonyakla bir katalizör aracılığıyla temas ettiriliyor ve sonuçta NOx nitrojen ve su moleküllerine ayrıştırılıyor. SCR yöntemi Almanya ve Japonya'da bazı kömür santrallerinde uygulanıyor. SCR genellikle düşük sülfürlü kömür (% 1.5) kullanan santrallara uygulanıyor. Ancak 5-10 katı daha ucuza mal olacak ve yanma sürecinde (combustion process) değişiklikleri de içeren yeni NOx arıtma yöntemleri için araştırmalar sürdürülüyor. SO₂ ve NOx atıklarını birlikte arıtmaya yönelik daha kombine sistemler için araştırmalar sürerken temiz kömür teknolojisi ortaya atılan ileri teknolojiler gelecekte pek çok sorunu çözeceğe benziyor. Temiz kömür teknolojisi, yanma öncesinde kirlenmeleri kömürden uzaklaştırma, yakıtın genel niteliğini arttırmaya yönelik önemli teknoloji

"Bilim adamlarınca öne sürülen yaygın görüşe göre, dünyanın geleceğini tehlikeye atmamak için, kaynak kullanımında şimdiden radikal değişikliklere gitmek gerekiyor."



Çözüm Nedir?

Başta enerji üretimi olmak üzere, insan etkinlikleri sonucu doğal dengelerin olumsuz olarak etkilendiği bir gerçek. Geçen yüzyıl boyunca atmosfer bileşiminin bozulmasına ağırlıklı olarak neden olan ABD, Almanya, Japonya gibi ülkelerde başta olmak üzere dünyanın pek çok yerinde kamuoyunun konuya duyarlılığı giderek artıyor. Bilim adamları ulusal ve uluslararası düzeylerde, insan ürünü tehlikeli atıkların çevreye ve ekosisteme etkileri üzerinde kapsamlı araştırmalar başlatıyorlar/Araştırmalara büyük parasal kaynaklar ayrılıyor.

Pek çok ülkede çevre konusuna duyarlı demokratik örgüt ve siyasi kurumlar parlamentolara kadar girip seslerini duyurdular. Hükümetler atıkları azaltma programları uygulamaya başladılar. 1987 yılında ABD ve SSCB Devlet Başkanlarının, geniş çapta uluslararası ve ikili işbirliği çalışmalarının giderek artan bir önem kazanan küresel iklim ve çevre değişiklikleri alanında geliştirilmesi görüşü, zirvenin sonuç bildirisinde yer aldı. Birkaç yıl önce Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler çevre programı öncülüğünde 49 ülke Montreal'de yaptıkları bir toplantıda, stratosfer ozon tabakasının incelmeye ve atmosferde ısı tutulmasına neden olan kloroflorokarbonların ve halonların üretiminin sınırlandırılmasını kararlaştırdılar. Ozon tabakasının korunması amacı ile Viyana sözleşmesi imzalandı. Birçok ülkede atık artma sistemleri yasalarla ve yönetmeliklerle zorunlu hale getiriliyor. Bu konuda, AET ülkeleri ve ABD'deki uygulamalara yukarıda değinmiştik. Toplumlar da çevre duyarlılığının gelişmesi, hükümetlerin ve ilgili kuruluşların harekete geçmek zorunda kalışı elbette olumludur, ancak olumsuz gidişi geri çevirmeye yetecek midir? Bilim adamlarıca öne sürülen yaygın görüşe göre, dünyanın geleceğini tehlikeye atmamak için, kaynak kullanımında şimdiden radikal değişikliklere gitmek gerekiyor. Belki de uluslararası düzeyde alınacak geniş çaplı önlemlerle pek çok ekonominin canıcaı fonksiyonları kökten değişikliklere uğrayacak. Bilimsel, ekonomik ve çevresel güçlerin etkisi ile bu yönelişler en çok enerji ekonomisini ve teknolojisini etkileyecek. Bazı görüşlere göre atmosferik karbondioksitinin temel kaynağının fosil yakıtlar olması, iklim istikrarını sağlayıcı stratejilerin geliştirilmesinde fosil yakıtların kullanımından bir an önce vazgeçilmesini gerektiriyor. Bu durumda, yeni enerji kaynaklarının devreye sokulması konusunda çabalar daha da önem kazanıyor, özetle, bugüne kadar yaşam kalitesini arttırmak için uğraş veren insanoğlu, kendi etkinliklerinin çevresinde yol açtığı tehlikeli boyuttaki sonuçları önlemek için ulusal ve uluslararası düzeyde elbirliği ile çaba harcamak durumundadır.

D

KAYNAKLAR

- 1) Epri Journal Jan/Feb 1989/July 1989,1988.
- 2) Power Technologies 1989.
- 3) ScienUflc AmericanJuly/1990/August 1990.

