

Sürdürülebilir enerjide fosil yakıtlar ve nükleer enerjinin yeri

Jeolojik Araştırmalar Derneği, II. Başkan

@ZeynepYildiz



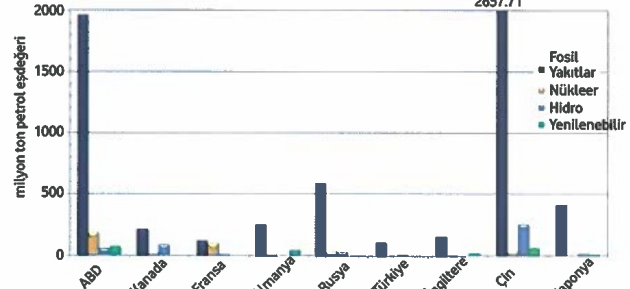
Sürdürülebilir kelimesi bu kadar popüler olmadan önce ülkeler kendi bekları için enerjilerinin sürekli olması ve artan ihtiyaçlarının, artan dünya nüfusu içerisinde karşılama için enerji konusunda epey mesai harcamaktaydılar. Enerji güvenliği altında sürdürülebilir kelimesi moda olmadan çok önce kullanılan ve ülkeler açısından sürdürülebilirlik konusuna vurgu yapan bir olguydu. Ancak sürdürülebilir enerji tamlaması, enerji güvenliğinin yanında daha çok çevresel konuları içine alan bir olgu olarak çok sık kullanılan bir ifade haline almıştır. Önemli nokta ise, sürdürülebilir enerji sözcüğü öbeği genellikle yenilenebilir enerji veya yeşil enerji ile beraber kullanılmakta, ancak kanaatimce içinde önemli oranda güvenlik ve strateji alt başlıklarında içermektedir. Her ne kadar yenilenebilir enerji, çevreye dost enerji kaynaklarına yönelmenin, daha yaşanılır bir dünya demek olduğu konusunda hem fikir olsakta, sürdürülebilir enerjimizi sadece bunlardan sağlamak konusunda çok duygusal bir yaklaşım olarak görmeyim. Bizi hataya götüren en önemli özelliğimiz bilgi sahibi olmadan fikir sahibi olmamız ve de fikirleri duygusal olarak yaklaşmamızdır. Söz konusu enerji güvenliği olduğu maddette duygusal yaklaşımlardan çok rasyonel yaklaşımlarla kararlar vermeliyiz.

1973 yılında meydana gelen meşhur petrol krizi ve bu krizde etkin rol oynayan OPEC, büyük ülkelerin enerji güvenliğini konularını tekrar düşünmeye ve yeni politikalar üretmeye sevk etmiştir. Bu nedenle o dönemdeki bir çok enerji ithal eden ülke, politik ve ekonomik belirsizliklere karşı kırılganlıklarını azaltmak için bir dizi önlemler almışlardır. Bu önlemlerin içinde fosil yakıtların önemli bir bölümünü oluşturan petrol ve doğal gaz kaynaklarına doğrudan erişim, yani bu kaynaklara zengin bölgelerde petrol ve doğal gaz arama, üretim ameliyesini kendi şirketleri vasıtasıyla yapmak, başka bir bakışla enerji hammaddelerine yerin altında iken sahip olmak; ki bu enerji maliyetini önemli ölçüde düşüren bir durumdur, diğeri ise nükleer enerjiden faydalanmak olmuştur.

Durumu daha iyi kavrayabilmek için istatistikî bilgilerden faydalanmak her

zaman en akıllı çözümdür. Mutlaka ki her istatistik bir hata payı içerir ancak, önemli olan rakamın kendisi değil bize ne anlatmak istediğidir. Bu nedenle daha önceleri defaaten kullandığım birincil enerji tüketimi grafiğini bir kere daha kullanarak ülkelerin tükettikleri enerjide kullandıkları fosil yakıt, nükleer ve yenilenebilir miktarlarını dikkatinize getirmek istiyorum. 2016 verilerine göre Amerika tükettiği toplam 2280.6 milyon ton petrol eşdeğeri enerjide 1961.6 milyon ton fosil yakıt kullanmıştır (Şekil 1). Zaten hiç bir zaman Kyoto protokolünü onaylamamış olan Amerika, Trump'ın Başkanı olması ile birlikte çevre konularına bakışını açık olarak dile getirmiştir. Bunun yanında Dışişleri Bakanı olarak Exxon CEO'su Rex Tillerson'ın seçmesi fosil yakıtlara yaklaşımının en önemli göstergesidir. Bu grafiğin diğer bir önemli ülkesi olan Çin'in, kullandığı fosil yakıt miktarına, her hangi bir ülkenin yaklaşması imkansızdır. Zaten Çin çok fazla da çevreci söylemleri olan bir ülke konumunda değildir. Japonya ise, yine birincil enerji tüketiminde en büyük payı fosil yakıtlardan sağlayan bir ülkedir. Ancak grafikte görebileceğiniz gibi nükleer tüketimi sıfır gözükmemektedir. Bu tamamen 2011'de ki Fukushima kazasından kaynaklanan bir durumdur. Japonya nükleer enerji üretmeye 1960'lı yıllarda başlamış ve 40'tan fazla reaktörü olan bir ülkedir. 2011 yılından önce enerjisinin ortalama %14'ünü nükleerden sağlamaktaydı. Almanya ise son dönemlerde sürekli güneş enerjisi (PV) ile haber olmaktadır. Ancak

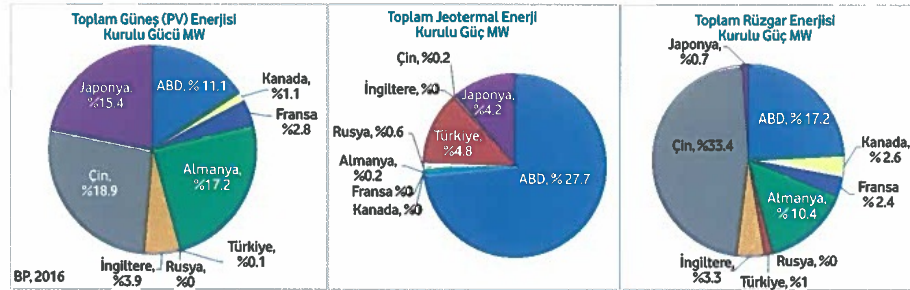
Şekil 1: Birincil Enerji Tüketimindeki Yakıt Türleri Dağılımı



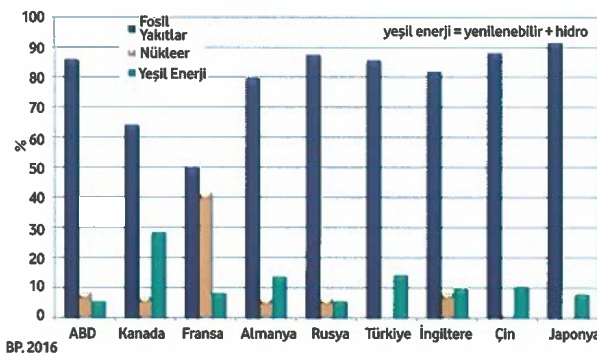
enerjisinin %79'luk kısmını fosil yakıtlardan üretmektedir. (Şekil 1, 3) Almanya güneş enerjisinde dünyada toplam kurulu güç açısından ele alındığında %17.2'sine sahiptir. Rüzgar enerjisinde ise bu oran Almanya için %10.4 (Şekil 2). Jeotermal enerji durumunda ise ülkemiz şanslı bir jeolojik bölgede olmasına rağmen toplam kurulu gücün sadece %4.8'ne sahiptir. Birincil enerji tüketiminde fosil yakıtlar, nükleer ve yeşil enerji oranlarına bakacak olursak, özellikle yeşil enerjide %28.5 ile Kanada en fazla yeşil enerji kullanan ülke konumundadır. Almanya'nın toplam tükettiği enerjide yeşil enerji oranı %13.8'dir. Yeşil enerji burada hem yenilenebilir hemde hidro kaynaklarının toplamı olarak ele alınmıştır. Ülkemizde ise toplam tüketimde yeşil enerji oranı %14.4'dür. Bu oran da Almanya'dan daha fazladır (Şekil 3). Hem Kanada açısından hem de ülkemiz açısından yeşil enerjide önde giden hidroelektrik santrallerinden

sağladığımız enerjidir. Almanya ise güneş ve rüzgardan yeşil enerji üretmektedir. Bu grafikler bizim yeşil enerji konusunda önemli adımlarımız olduğunu ve hatta adını sık sık gündeme getiren Almanya'dan toplamda daha önde olduğumuz kanıttır. Paris İklim Konferansı'na ev sahipliği yapan ülke olan Fransa'nın ise birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların oranı %50 iken, yeşil enerji oranı %8 ve nükleer oranı %41'dir. (Şekil 3) Fransa'nın entegre enerji şirketi olan Total'in sadece upstream kısmında yaklaşık 11.6 milyar varil petrol eşdeğeri ispatlanmış rezervi elinde tutması hiç de şaşılabilecek bir durum değildir. Ancak kişi başı tüketim gelecekte olursak her zamanki gibi Amerika kişi başı fosil yakıt tüketiminde dünya ortalamasının çok çok üstündedir. Amerika'da kişi başı fosil yakıt tüketimi 6 ton iken Amerikaya oranla nüfusu çok az olan Kanada'da da durum aynıdır. (Şekil 4) Almanya her ne kadar yeşil enerjide çok başarılı gibi

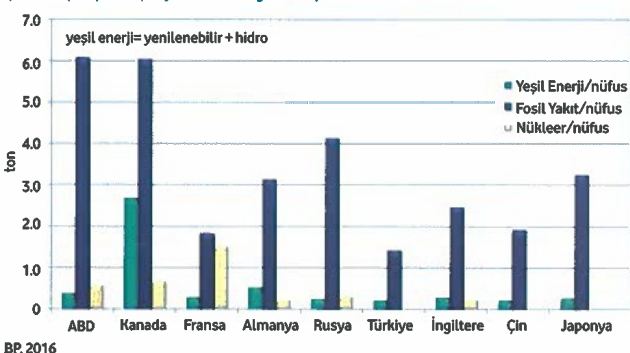
Şekil 2: Kaynaklara göre toplam kurulu güç



Şekil 3: Birincil Enerji Üretiminde Nükleer, Fosil Yakıt ve Yeşil Enerji Oranları

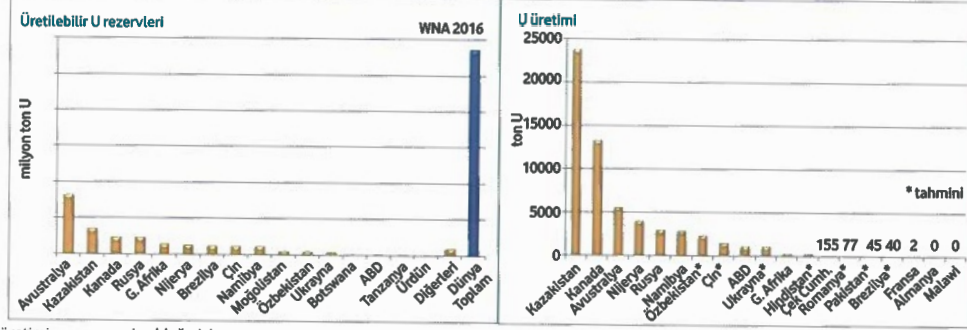


Şekil 4: Kişi başına düşen yakıt türlerine göre enerji tüketimi



konusulan bir ülke olsa da gerçekte kişi başına fosil yakıt tüketimi 3.1 tondur ve yukarıda da belirtildiği gibi birincil enerji kaynağı %79 ile fosil yakıtlardır. Nüfus sayılarına bakılacak olursa Almanya ile Türkiye arasında büyük fark olmamasına rağmen Almanya'nın fosil yakıt tüketimi Türkiye'nin çok üstünde ve grafikteki diğer ülkeler arasında da hatırı sayılır bir konumdadır. (Şekil 4) Yeşil enerjide ise Almanya kişi başına 0.5 ton Türkiye ise kişi başına 0.2 ton tüketmektedir. Türkiye yeşil enerjide, bu oran ile grafikteki diğer ülkelere yakın seviyededir. Grafikte yer alan diğer önemli ülkelerin kişi başına düşen fosil yakıt tüketimleri 2 ton ve üstünde iken Türkiye'de kişi başına 1.4 ton fosil yakıt tüketilmektedir. Dünyanın en kalabalık ülkesi olan Çin'in bile kişi başına fosil yakıt tüketimi 2 tondur. (Şekil 4) Fransa'nın enerji tüketiminde nükleer önemli bir yere sahip olduğu Şekil 3'te görülmektedir. Fransa işletmedeki nükleer reaktör sayısı bakımından Amerika'dan sonra 58 reaktör ile ikinci sıradadır. (Şekil 5) Sıralamada üçüncü olan ülke 43 reaktör ile Japonya iken dördüncü sırada olan ülkeler 35 reaktör ile Çin ve Rusya'dır. Halihazırda Çin'de 22, Amerika'da 4, Rusya'da 7 nükleer reaktör inşaat durumundadır. Ülkemizde ise bildiğiniz gibi 4 reaktörün (Akku) inşasına karar verilmiştir ve 4 reaktör de plan aşamasındadır. Ancak, nükleer reaktör inşa etmekle iş bitmiyor. Her ne kadar yüksek teknoloji gerektirse de, reaktörlerin çalışabilmesi için bir de hammaddeye ihtiyaç var. Tıpkı fosil yakıtlarda olduğu gibi, hammaddeye yerin altında sahip olmak ve daha ucuza enerji mal etmek varken, biz ülke olarak bu konuda hiç bir atılım yapmaz ve yer altında rezerv sahibi olmanın önemini kavramamışken, birde bu hammaddeye sahip olmak işine yüksek teknoloji gerekliliği giriyor ki; nükleer yatırımları fosil yakıt yatırımlarından ayıran en derin uçurumdur. İşletmedeki reaktör sayılarına göre ülkelerin Uranyum ihtiyaçlarına bakacak olursak, en çok Uranyum tüketen ülke yine Amerika'dır. (Şekil 6) Amerika'yı Uranyum ihtiyacı açısından Fransa, Rusya, Çin ve Güney Kore izlemektedir. Japonya ise 2011 Fukushima kazasından sonra bir süre nükleer enerji

Şekil 7: Ülkelerin uranyum rezervleri ve üretimleri



üretimine ara vermiş olduğu için grafikte sanki Uranyum ihtiyacı yokmuş gibi durmakla beraber, 2017 yılı ile birlikte tekrar 42 kadar reaktörü zaman içerisinde devreye almayı planlanmaktadır. 2015 yılında zaten iki reaktörü çalıştırmaya başlamıştır. Bu da önümüzdeki dönemde Japonya'nın Uranyum ihtiyacı grafiktekinin çok üstüne çıkacak demektir. Dünya'da bilinen üretilebilir Uranyum rezervleri toplamı yaklaşık 5.7 milyon tondur. Bunun 1.6 milyon tonu Avustralya'dadır. Kazakistan rezerv açısından ikinci sırada yer alsada, üretim açısından en büyük ülkedir. (Şekil 7) Uranyum jeolojik olarak değişik farklı çökel ve volkanik oluşumlarda bulunabilen, hatta deniz suyunu da bile mevcut olan ve tahminin dışında Dünya'da çok bulunan bir elementtir. Ancak bir elementin doğada çok olması ekonomik olarak madencilik yapılabilmesi anlamına gelmez. Ekonomik olarak Uranyum üretilen ülkeler Şekil 7'de verilmiştir. Fakat uranyum üretilir üretilmez nükleer teknolojiye kullanılamaz, zenginleştirme ve yakıt hazırlama denilen bir dizi işlemden geçmesi gerekmektedir. Bunu yapabilen ülkeler de hali hazırda teknolojik olarak gelişmiş ve hatta teknoloji üreten ülkelerdir. Yani, MTA verilerine göre henüz ne kadarının üretilebilir olduğu net olarak bilinmeyen 9129 ton tepit edilmiş uranyum rezervimiz mevcut olmasına rağmen, bizim bu uranyumu yeraltından çıkarıp nükleer santrallerimizde kullanamayacağımız aşikardır. İşin içinde bir de hiç yakın ve yakın olmadığımız güvenlik kuralları mevcuttur ki, bu durumu daha da zorlaştırmaktadır. Tüm bu zor teknolojik şartlara rağmen, sürdürülebilir enerjide iki önemli başrol oyuncusu vardır. Birincisi,

dünyanın, ne şimdi ne de yakın gelecekte vazgeçebileceği fosil yakıtlar ikincisi ise yüksek teknoloji ve güvenlik kültürü gerektiren nükleer enerjilerdir. Birincinin yeraltında rezerv satın almaya vermediğimiz önemi, gelecekte ikincisi için teknoloji geliştirmeye veremeyeceğimizi bilmek beni son derece rahatsız etmektedir. Paris iklim konferansında alınan 2°C kararına istinaden, görece çevreci olduğu için planlanan 164 ve önerilen 347 reaktörün, inşaatı devam eden 60 reaktöre ekleneceğini beklemek hiç de yadsınacak bir durum değildir. 2016 yılında mevcut işletmedeki toplam 447 reaktörü çalıştırabilmek için gerekli olan 63404 ton uranyumun söz konusu yeni reaktörler devreye girdikçe artacağı aşikardır. Bu durum da teknolojik olarak gerekli adımları atmakta son derece yavaş kalan bizi sıkıntıya götürecektir. Bir yandan yer altında rezerv satın

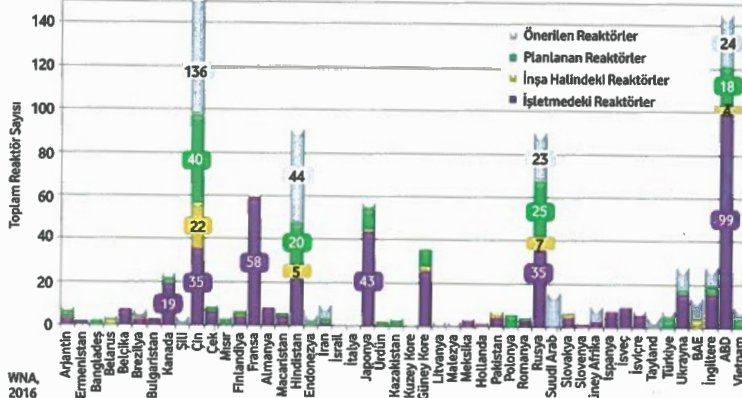
almak konusuna önem vermemekle fosil yakıtlar konusunda, diğer yandan yapılacak olan nükleer santral ve teknoloji bağlamında da dışarıya bağımlı bir ülke haline gelmek beni çok düşündürmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir enerji ve sürdürülebilir çevre birbirinden bağımsız ele alabileceğimiz konular değildir. Hem kendimizin hem de gelecek nesillerimizin enerji ihtiyaçlarını zamanında ve yeteri kadar, dış bağımlılığımızı en aza indirecek şekilde karşılamak konularında yapılması gerekenler, fikir sahibi olmadan önce bilgi sahibi olmamız gereken konulardır. Rasyonel olmayan yaklaşımlarla atılacak adımlar bizi yanlışlara sürükleyeceği gibi, enerjide bağımlılığımızı arttıracaktır. Bu nedenle bu konu üzerinde dikkatlice ve titizlikle düşünülmüş gereğinin altını çizirim.

Bitirmeden önce son bir bilgi daha; Uranyum 1789 yılında

Martin Klaproth tarafından bulunan bir element olmasına rağmen kullanımı antik çağlara dayanır. Milattan sonra 79 yıllarına tarihlenen dönemlerde seramiklere sarı renk vermesi için kullanılan bir hammaddeydi. Ayrıca İtalya'da Napoli bölgesinde bir Roma villasında %1 uranyum içeren sarı renkli bir cam bulunmuştur. Bunun yanında 1972 yılında Francis Perrin, Gabon'da Oklo Madeninde kendi kendine fizyon reaksiyonunda olan ve yaklaşık 100kW enerji üreten, fosil, doğal nükleer fizyon reaktörü keşfetmiştir. Bu kumtaşı ve granit içerisinde yer alan uranyum madeninde yaklaşık 1.7 milyar yıl önce başlayan ve nükleer reaktördeki gibi zincir fizyon reaksiyonu ile termal iş üreten doğal bir döngü mevcuttur. Söz konusu maden Oklo Fosil Reaktör'ü olarak isimlendirilmiş ve belirli koşullar dahilinde doğal nükleer reaksiyonların doğada olabileceğini ispatlamıştır. (Şekil 8)

Şekil 5: Dünya Nükleer Reaktör dağılımı



Şekil 8: Oklo Madeni, Gabon