

Çağdaş Karakurt (Eylül 2008)

Nükleer Enerji

Nükleer enerjinin kullanımı ile ilgili çeşitli görüşler vardır. Sonuçta bunların her biri görüştür ve taraflıdır. Her konuda olduğu gibi nükleer enerjinin kullanımı konusunda da alınacak en önemli referans bilim olmalı ve bu teknolojiyi kullanmış ve hali hazırda kullanan ülkelerin tecrübelerinden de yararlanılmalıdır.

Her ne kadar nükleer enerjinin atmosferdeki Karbondioksit emisyonuna neden olmadığı, fosil yakıtlardan çıkan diğer kirleticilerin bu tip enerjide söz konusu olmadığı sonuçta nükleer enerjinin fosil yakıtlara oranla temiz bir yakıt olduğu söylene de nükleer enerji, nükleer yakıt döngüsünün[4] başından sonuna kadar bir kirleticidir ve oldukça da tehlikeli bir kirleticidir. Burada önemli olan nokta tükenmekte olan, yaşam döngümüz için tehlike arz eden, kimi zaman da dışa bağımlılığı nedeniyle ekonomik ve politik tehlike arz eden (kömür, petrol ve doğalgaz ürünleri gibi) fosil yakıtların mı yoksa yüksek miktarda enerji üreten, fosil yakıtlar gibi tükenebilir olan (Uranyum[1] kaynakları elbette sınırlıdır ancak dönüşüm işlemi sonucunda bu süreyi daha da uzatmak mümkündür.) ve yakıt döngüsünün başından sonuna kadar tehlike arz eden nükleer enerjinin mi tercih edileceğidir. Yoksa tercih edilecek üçüncü bir yol var mıdır? Su, Rüzgar, Güneş gibi temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları bir çözüm olabilir mi? Şu haliyle çok küçük miktarlarda kullanımda olan bu kaynaklar (Hidroelektrik santralleri dışında) uygulanacak AR-GE çalışmalarıyla çok yüksek miktarlara çekilebilir mi? Gelişmiş ülkelerin bu alanlara çok yüksek miktarlarda para harcamaları elbetteki bir tesadüf değildir.

Enerji kaynaklarını çeşitlendirmek sadece ekonomik değil aynı zamanda politik bir meseledir. Bir ülkenin enerji kaynaklarını çeşitlendirmemesi ve ileriki yıllar için enerji politikalarını belirlememesi onu dışa bağımlı duruma düşürür. Nükleer enerjinin kullanımı konusunda taraf olan görüşlerin en önemli tezlerinden biri de budur. Elbette ki bu şekilde baktığımızda görüşün hiçbir yanlış tarafı yoktur. Ancak belki bundan daha önemli olan ve dile getirilmeyen bir ülkenin enerji politikasını yanlış belirlemesinin sonuçlarıdır. Böyle bir yanlış planlama sizi enerji darboğazı gibi büyük bir mesele kadar önemli başka meselelerle karşı karşıya bırakabilir. Nükleer yakıt çeviriminin Uranyumun madenden çıkarılmasından, yakıt atıklarının gömülmesine kadar her adımı harcama demektir. Uranyumun işlenmesi, zenginleştirilmesi ve yakıt haline getirilmesi, ortaya çıkan yüksek düzeyli yakıt atıklarının dönüşümü ve depolanması (geçici-kalıcı), orta ve düşük düzeyli atıkların depolanması için çok yüksek miktarlarda paralar harcanmaktadır. Hiçbir ülkenin nükleer santrali ile işi santralin kurulmasında bitmez, tam tersine süreç bundan sonra işlemeye başlar. Türkiye gibi elverişli uranyum kaynaklarına sahip olmayan bir ülke için santral, yakıtın çıkarılması yada satın alınması (muhtemelen işlenmiş ve zenginleştirme işlemlerine tabi tutulmuş olarak), düşük ve orta düzeyli atıkların imhası, yüksek düzeyli atıkların geri dönüşümü, depolama için gerekli alanların oluşturulması, oluşturulacak bu alanlardan elde edilebilecek ekonomik kayıplar, insan ve çevre sağlığı açısından oluşturduğu büyük riskler, her adımda harcama anlamına gelmektedir.

Tipik bir Hafif Su Reaktöründen (1000 MW) yılda 200 ile 300 metreküp civarında düşük ve orta düzeyli atık çıktığını düşünürsek 4000 MW gücünde bir santral için 800 – 1200 metreküp civarında bir atık bekleyebiliriz. Yine 4000 MW gücünde bir santralden yılda 80 metreküp (yaklaşık 108 ton) kullanılmış yakıt bekleyebiliriz ki bunların depolanması için yaklaşık üç katı büyüklüğünde bir alana ihtiyaç vardır. Dönüştürme işlemine tabi tutsak bile yaklaşık 12 metreküp civarında bir atığımız her yıl elimizde kalacaktır ki bu atık da çeşitli yöntemlerden sonra gömülebilmektedir (camlaştırma gibi). Dünyada henüz kalıcı bir depolama tesisinin bulunmadığını, bu çeşit yakıt atıklarının reaktör alanlarında geçici olarak muhafaza edildiğini

de eklemek gereklidir. Üstelik dönüştürme işlemlerinin nerede yapılacağı ayrı bir ekonomik ve siyasi meseledir.

Bu noktada genellikle bazı gelişmiş ülkelerden örnekler verilmekte ve karşılaştırmalar yapılmaktadır. Ancak göz önüne alınmayan bu ülkelerin nükleer yakıt dışında pek bir seçenekleri olmayan ülkeler olduğu (Fransa – Özellikle petrol krizi sonrası enerji darboğazı düşünüldüğünde-, Japonya gibi...) yada çok yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç duyup bunu şu anki teknolojileri ile başka bir kaynaktan karşılayamayacak durumda olduklarıdır (Amerika, Hindistan gibi...) Tabii bunların yanında bu teknolojiye uzun yıllar önce sahip olan ve hali hazırda bu teknolojiden vazgeçmeye hazırlanan, yeni santral siparişi vermeyen ülkeler de mevcuttur (Almanya, İsveç, İngiltere gibi...Üstelik İngiltere 2020 yılı itibarıyla yenilenebilir enerjilerdeki payını %20'ler düzeyine çekmeyi hedeflemekte, nükleerin payını buna bağlı olarak %20 düzeyinde azaltmayı planlamaktadır. Bu pek çok santralin kapanması anlamına gelmektedir. [Horsley, 2005]) Üstelik Fransa, Rusya gibi bazı ülkeler bu teknolojiyi kendi enerjilerini elde etmenin yanı sıra, ekonomik bir kaynak olarak görüp, başka ülkelerden bu yolla önemli oranlarda gelir elde etmektedirler (Yakıt satma, yakıt dönüştürme gibi...). Yakıt dönüştürme işlemi Fransa için öyle büyük bir pazardır ki bu ülke ile Japonya'nın başlıca ticaret kalemi Japonya'nın reaktör yakıtlarının dönüştürülerek bu ülkeye geri satılmasıdır.

Herhangi bir yeniliğe yada bilimsel bir gelişmeye gözü kapalı bir şekilde karşı çıkmak elbette ki yanlıştır -ki buradaki ana fikir nükleer teknoloji değil nükleer santrallerdir- ancak herhangi bir yeniliği yada bilimsel bir gelişmeyi başkaları size doğru olduğunu söylediği için, yada öyle olacağını farz ettiğiniz için, yada herkes aynı şeyi yaptığı için kabul etmek de aynı oranda yanlıştır. Örneğin size Toryumun[3] oldukça iyi bir nükleer yakıt olduğu ve Türkiye'nin dünyanın sayılı Toryum madenlerine sahip olduğu söylendiğinde ancak Toryumun fisil (doğada, bölünebilme yeteneğine sahip olan) olmadığı söylenmediğinde Toryum hakkında her şeyi bilmiş olamazsınız ve elinizdeki zenginlik hakkında doğru bir şekilde karar veremezsiniz. Tıpkı bu şekilde Türkiye'nin elindeki zenginliklerin ne olduğuna tam ve eksik yönleriyle karar vermesi, atacağı adımın ne getirip ne götüreceğini hesaplaması, kayıp ve kazanç dengesini iyi kurması lazımdır. Ancak bazen de ekonomik kayba uğrayacağımızı bilseniz bile adım atmamanız gerekebilir. Çünkü uğrayacağınız zarar, yok olacak zenginlikleriniz, kaybedebileceğiniz ekonomik değerlerden önemli olabilir. Radyasyon ile zehirlediğiniz insanınız, suyunuz, havanız ve toprağınız geri dönüştürülebilir değildir, en azından yüz binlerce yıl için. Üstelik bunu söylerken olası meydana gelebilecek ihmalleri, kazaları yada depolama işlemleri yada sonrasında meydana gelebilecek hasarlar göz önüne alınmamaktadır.

Türkiye için nükleer enerjiden elektrik üretimi için faydalanmak yada bu faydalanmamak pek çok değişken gözden geçirildikten sonra verilebilecek bir karardır. Ancak ilk bakışta bile görülebilen basit gerçekler vardır : Nükleer enerji ucuz bir enerji değildir; Uranyumun çıkarılması yada satın alınması sürecinden başlayarak, işlenmesi, zenginleştirilmesi, yakıt haline getirilmesi, yakıt atıklarının dönüştürülmesi, bunların diğer radyoaktif atıklarla birlikte geçici ve kalıcı depolanma işlemleri her adımda para anlamına gelmektedir. Bir diğer gerçek ise nükleer atıkların belirli bir safhadan sonra problem haline geldiği ve bu problem üzerine şu safhada herhangi bir **kalıcı çözüm** üretilmediğidir. Yakıt atıklarını dönüştürerek kullanmak elbette bir çözümdür ancak sizi düşük-orta düzeyli atıklardan ve yüksek seviyeli yakıt atıklarından tam anlamıyla kurtarabilen bir çözüm değildir. Atıklardan tamamen kurtulabilmek için önerilen çözümler, uzaya yollamak (atmosfer dışına çıkarılırken meydana gelebilecek bir kaza olasılığından çekinilmektedir), kutup bölgelerine gömmek (devam eden ışıma sonucu ortaya çıkacak ısının buzulları eritmesinden korkulmaktadır) yada okyanus diplerinde muhafaza etmek gibi... göstermektedir ki bu atıklardan günümüz teknolojisiyle kurtulabilmemiz mümkün görünmemektedir. Her ne kadar *son derece güvenli yöntemlerle* (özellikle 2030'lu yıllarda işletmeye alınması planlanan III+ nesil reaktörlerden bahsedildiğini sıkça duyabilirsiniz) kullanıldığı ve muhafaza edildiği söylense de şu güne kadar yaşadığımız

deneyimler bunun tersinin de olabileceğini ispatlamaktadır ve maalesef bu geri döndürülebilir bir süreç değildir. Dünyanın hiçbir ülkesi bu atıkların kalıcı depolanması için bugüne kadar herhangi bir projeyi **tam olarak** gerçekleştirememişken, Türkiye gibi zor bir coğrafyada yaşayan ve ekonomik anlamda pek çok önemli problemle uğraşan bir ülkenin bunu ne oranda gerçekleştirebileceği meçhuldür.

Öyle is sorulması gereken sorular :

- Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda karşı karşıya kalacağı enerji açığının *gerçek* boyutları,
- Şu an için elinde bulunan kaynaklar,
- Önümüzdeki yıllarda ortaya çıkarılabilecek kaynaklar,
- Ve tüm bunların kullanılarak nükleer enerjiye başvurulmadan çözüm üretilip üretilmeyeceğidir.

Sınırlı Uranyum kaynaklarına sahip dünyamızda, atıkları için kalıcı bir çözüm üretilmemiş, ekonomik ve teknolojik yükü oldukça fazla olan, kullanımı çevre açısından oldukça büyük riskler taşıyan bu tip bir enerjiye yatırım yaptıktan sonra, yenilenebilir ve temiz enerji kaynakları için araştırma ve yatırım yapmak daha mantıklı değil midir? Bu aslında, gelişmiş pek çok ülkenin şu anda yapmakta olduğu şeyin ta kendisidir...

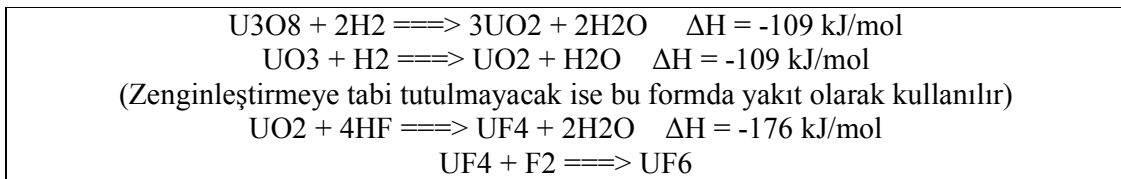
[1] Uranyum : Yakıt maliyetinin düşük olması açısından en elverişli nükleer reaktör yakıtı olarak düşünülmektedir.

[2] Plütonyum : Doğal olarak bulunabilen bir element değildir, sentetik olarak elde edilir. Reaktör içerisinde U-238 çekirdeğinin nötron yakalaması ile U-239, U-239 beta bozunması ile de Pu-239 elde edilir.

[3] Toryum : Fisil (doğada bölünebilme yeteneğine sahip olan) değildir, dolayısıyla kendisi bir nükleer yakıt değildir, yakıt olabilmesi için U-235 veya Pu-239 gibi fisyon yapabilen maddelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlarla birlikte kullanıldığında %30 civarında Uranyum tasarrufu sağlayabilmektedir.

[4] Nükleer yakıt döngüsü :

- Uranyumun çıkarılması ve %1 veya daha az uranyum ihtiva eden filizlerin %70 - %80 uranyum ihtiva edecek hale getirilmesi (sarı pasta-yellow cake)
- UO₂ formunda santrallerde kullanılabilecek hale getirilmesi (zenginleştirilmiş uranyuma gereksinim duymayan santraller için) yada zenginleştirme için UF₆ ya dönüştürülmesi. (Bazı reaktörler , örneğin Kanada tasarımı olan Candu ve İngiliz Magnox reaktörleri yakıt olarak doğal uranyum kullanırlar. Çoğunlukla kullanımda olan Hafif su reaktörleri ise %3 ile %5 arasında zenginleştirilmiş uranyum kullanmaktadır.)



[WNA, 2008]

(Her adımda safsızlıklardan arındırma uygulanmaktadır.)

Dönüştürme işlemi ABD, Kanada, Fransa, İngiltere and Rusya daki merkezlerde ticari olarak yapılmaktadır. Avrupa'da çoğunlukla Sellafield, İngiltere ve La Hague, Fransa'da gerçekleştirilmektedir. [Möller, 2008])

- Zenginleştirme işlemi ve UO₂ yakıt formuna getirme.

(Ticari olarak faaliyet gösteren büyük zenginleştirme tesisleri Fransa, Almanya, Hollanda, İngiltere, Amerika ve Rusya'da mevcuttur, bunun yanı sıra pek çok yerde küçük tesisler mevcuttur. Ayrıca Fransa ve Amerika'da yeni santrifüj tesisleri halen inşa halindedir.)

- Yakıt fabrikasyonu.
- Kullanılmış yakıtların geçici depolanması, yeniden işlenebileceklerin ayrıştırılıp tesislere yollanması, atık kısımların nihai depolanması.
- Yeniden işleme sonucunda ortaya çıkan Plütonyumun yakıt olarak kullanılması ve Uranyumun zenginleştirme işlemleri için yollanması.]

Kaynaklar :

Horsley, D.M.C. and Hallington P.J. 2005, Nuclear Power and the management of the Radioactive Waste Legacy, Chemical Engineering Research and Design, 83 (A7) 773 – 776.

WNA, 2008, <http://www.world-nuclear.org/info/inf28.html>, 2008.

Möller, Dietmar P.F., 2008, Storage of High Level Nuclear Waste in Germany, Acta Montanistica Slocoeca 12, (2007) 53-64.