

## Dünyanın Artan Enerji Talebi Nasıl Karşılanabilir? - I

ABD'deki 1979 TMI ve 1984'teki Çernobil nükleer kazalarından sonra tüm dünyada nükleer enerjinin güvenliği konusunda önemli tereddütler ortaya çıktı. ABD, TMI kazasından sonra hiç nükleer santral inşa etmedi ve planlanan 170 nükleer projeyi iptal etti. Buna mukabil diğer batı ve doğu ülkeleri, nükleer santral yapımını sınırlı olsa sürdürdüler ve halen 34 nükleer santral inşa halindedir. (bunlardan bazıları işletmeye açılmış olabilir)

Nükleer santrallerin dünya enerji üretimindeki payı % 12'nin altına düşmüştür. Bununla beraber ABD'de rehabilite edilen nükleer santrallerde yeni bir ilave yapılmaksızın üretim güçleri 20 bin MW civarında artırılmış ve üretim maliyetleri de kömürden sonra en ucuz hale getirilebilmiştir.

Nükleer reaktör inşa tipleri, batı ve Rus standart yapısı olarak, aralarında çok önemli güvenlik farkı olan iki tipte inşa edilmektedir. Ne yazık ki, Türkiye'de birçok bilim adamı ve konu üzerinde yeterli bilgileri olmadan tartışan birçok mühendis, nükleer enerjiyi tartışmakta, lehte ve aleyhte beyanlarda bulunmaktadırlar. Önce bu tartışmalarda büyük çoğunlukla bilinmeyen bir yanlışı düzeltmeliyiz.

Batı tipindeki reaktörler yaklaşık 6 m....kalınlığında silindirik, kubbe tavanlı bir beton muhafaza kılıfı içerisinde inşa edilmektedir. (Doğal olarak nükleer reaktörün bir beton (aynı koruyucu ....kalınlığında) zemin üzerine inşa

edilmesinden sonra dış beton muhafaza kılıfı inşa edilmektedir.)

Reaktördeki herhangi bir nükleer kazada meydana gelen radyoaktivite bu beton zarfın dışına çıkamamaktadır. Nükleer kazada reaktörün atom bombası gibi patlaması mümkün değildir. Çünkü arazi halde, nötron emici kontrol çubukları (enerjide kesilse) gravite ile aşağıya düşerek reaktörü kapatır yani kontrollü veya zincirleme bir reaksiyonun meydana gelmesi engellenmiş olur.

Reaktörlerdeki her türlü kontrol (açıp kapama valfleri dahil), elektrikli, pinömatik ve hidrolik kontrol kaynakları devreye girerek güvenliği sağlanmaktadır. Elektrik kesilmesi halinde pinomatik veya hidrolik kontrol kaynakları devreye girerek güvenliği sağlamaktadır. Ancak reaktörde birikmiş aşırı ısının kontrol edilememesi yani soğutma yapılamaması halinde, bu aşırı ısı en kötü halde, "çekirdek erimesi" denen ve en büyük radyoaktivitenin yayılacağı bir nükleer kaza olasılığı her zaman mevcut olabilir. İşte bu halde beton kılıf muhafaza, bu radyoaktivitenin toprağa inmesine veya havaya çıkmasına engel olur. Ancak böyle bir reaktör kazası, o reaktörü binlerce yıllar kadar kullanılmaz hale getirir.

Rus tipi nükleer reaktörde, bu beton kılıf muhafaza standart olarak mevcut değildir. Bu nedenle Çernobil'deki nükleer kazada (çekirdek erimesi) oluşan radyoaktif su-buhar tamamıyla toprağa, suya ve havaya

karışmıştır ve bilindiği gibi o felaket tüm Avrupa'yı, Kafkasya'yı ve ülkemizi etkilemiştir.

ABD'de olan 1979'daki TMI (üç mil adası) nükleer kazası da aynı "çekirdek erimesi"ne maruz kalmıştı. Ancak beton kılıf muhafaza, bir radyoaktif sızıntıya izin vermemişti. Bu reaktör ölü bir reaktör olarak beton muhafaza içerisinde durmaktadır. Ruslar, kazaya uğrayan Çernobil'deki reaktörün yaydığı radyoaktiviteyi önlemek için kum ve bor yığını ile kapattılar. İşte nükleer santralin maliyetini arttıran bu beton kılıf olmadığı için daha büyük maddi kayıplar meydana gelmiştir. Bilindiği gibi bor ve kum yapımı ile kapatılan reaktörün bitişindeki diğer üç reaktör altı ay sonra yeniden işletmeye açıldı ve halen işletmededir. Ancak o yığının altındaki radyoaktivite toprak ve su vasıtasıyla halen etkisini toprakta ve suda sürdürmektedir. Bu da orada insan hayatına verilen önemin derecesini göstermektedir.

Buna mukabil ABD, yalnız kendi ve İsrail'in çıkarı için Irak'ta, hiç acımadan yüzbinlerce müslümanın ölümüne haçlı zihniyeti ile neden olurken, kendi halkının sağlığı için (şüphesiz kamu oyu baskısında ayrı bir etken) TMI'deki diğer üç nükleer reaktörü ancak 1999 yılında işletmeye açtı.

Nükleer santrallerden çıkan radyoaktif atıklar (plütonyum) radyoaktivitelerini binlerce yıl sürmektedirler. Ancak bunlar yeraltındaki masif granit kütleler içine açılan tüneller veya beton hücrelerde stok edilince bir

tehlikeleri kalmamaktadır. Yer altı sularının sızıntısı buralarda söz konusu değildir.

Bu gerçeklerin ışığı altında, batı tipi son teknolojiye uygun en modern santrallarda nükleer tehlike söz konusu değildir. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi Rusya federasyonu ülkeleri, tüm Avrupa, Kafkasya, Kazakistan ve ülkemiz Rus tipi nükleer santrallerin sürekli tehdidi altındadır. Bu gerçeği herkes iyice anlamalı ve nükleer tehlike ile mücadele edecekse, bunlarla mücadele etmelidir.

Dünyanın artarak giden bir enerjiye ihtiyacı olduğu şüphesizdir. Bunun en ekonomik, çevreye, insanlara ve canlılara zarar vermeyecek şekilde, sürekli ve güvenilir halde mevcut kaynaklardan nasıl sağlanabileceğini ve dışa bağımlılığı tartışmak ve en gerçekçi çözümleri bulmak zorundayız. Parametreler bellidir. Bu parametrelere göre en uygun çözümleri bulmalıyız.

Güneşin dünya üzerine verdiği enerjinin büyüklüğüne bakarak, mevcut teknolojilerle (güneş pilleri veya termik yolla) pratik, kararlı, sürekli, güvenli ve büyük kapasitelerde enerji elde etme imkanı henüz mevcut değildir. Aynı şey rüzgar enerjisi içinde söz konusudur. Büyük kapasitelerde sürekli, kararlı ve güvenli enerji elde edilememektedir. Çünkü rüzgarın 5 m/s'nin üzerinde sürekli esmesi söz konusu olamaz. Rüzgar enerjisi ancak bazı santrallerin yardımcıları olabilir. O halde büyük kapasitelerde, baz, sürekli ve güvenli enerji elde edilebilecek hangi enerji kaynağı mevcuttur? Buna cevap olarak "füzyon" enerjisini gösterebiliriz.

Füzyon enerjisi, bilindiği gibi bir nükleer enerjidir fakat radyoaktivitesi ve radyoaktif atıkları olmayan ve "füzyon, enerjisinden yüzlerce kat daha büyük bir enerji verme kapasitesine haizdir. Füzyon enerjisi ile ilgili olarak halen güncelliğini koruyan 50 yıllık TOKOMAK projesinin geldiği safha, aşağıda

özet olarak verilmiştir. Proje, döteryum-trityum çekirdeklerinin, yeterli seviyede enerji sağlanarak kontrollü bir şekilde birleştirilmesini, laboratuvar düzeyinde gerçekleştirmiştir. Ancak aşılması gereken ve ticari bir enerji elde edebilmek için aşılması gereken başka safhalar vardır. Önemli olan 50 yıllık çalışma sonunda bir manyetik plazma içerisinde kontrollü bir füzyonun gerçekleştirilmiş olmasıdır.

Ancak bu projeye Türk devletinin de katılması ve çalışmaları yakından izlemesi şarttır. Söz konusu projede Avrupa Birliği ortak hareket etmektedir. Gerekli girişimin bir an önce yapılması, bu projenin yapılabilir hale gelmesi halinde, ülkemizin bu teknolojiyen bu suretle uzak kalmaması sağlanmalıdır.

#### TOKAMAK FÜZYON ENERJİSİ PROJESİ

Füzyon enerjisinin gerçekleşmesi, son aşamalara yaklaşmış görünmektedir. 1950'li yıllarda ABD-Princeton'da başlatılan Tokamak Füzyon projesi ile ilgili gelişmeler ve daha sonra diğer ülkelerde başlanan aynı projenin özeti aşağıda verilmiştir.

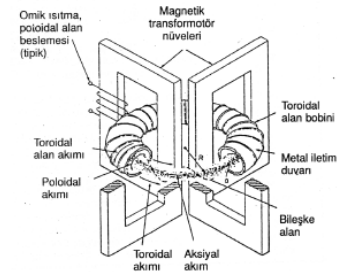
Anlaşılabileceği gibi, Döteryum-Trityum'un füzyonu fiziksel olarak gerçekleştirilmiş, fakat özellikle rekabet edebilecek bir "kWh" maliyetine henüz ulaşamamıştır. Ancak 2004 yılına kadar, pilot bir füzyon nükleer elektrik santralının kurulacağı anlaşılmaktadır. Rekabet edilebilecek seviyenin altında bir kWh maliyeti ve sürekli-güvenli bir çalışma, dünyanın gelecekteki enerji sorununu ortadan kaldıracaktır.

Tokamak'taki çevrelenmiş (sınırlar altına alınmış) plazma ortamı, Şekil: 1'de görüldüğü gibi toroidal (simit biçiminde) geometrik şeklinde kapanmaktadır. Toroidal alan bobinleri içindeki alan olan poloidal (simit çemberinin eksenini üzerinde yani simit eksenine dik olarak meydana getirilen) alan, harici bir magnetik nüve vasıtasıyla, simit

boşluğundaki alanın her yerinde toroidal alana dik şekilde meydana getirilmiştir. İki alanın vektörel toplamı (Şekil 1'de noktalı çizgilerle gösterilmiştir), plazma iyonlarının ve elektronlarının meydana gelmesine neden olurken yalnız sınır altına alınmış olmaz, aynı zamanda simit boşluğunda hareket ederek binlerce M. Amperlik aksiyal bir akımın meydana gelmesine neden olur.

Bu akımla birlikte yapılan omik ısıtma, plazmayı ısıtmak için gerekli güç girişi kaynağının önemli bir bölümünü oluşturur. Bununla birlikte Tokamak'ta tek başına yapılan omik ısıtma, füzyon (ateşleme) sıcaklıklarını üretmek için yeterli değildir. Radyo-frekanslı ısıtma, adyabik sıkıştırma veya doğal yakıt partiküllerinin yüksek enerji huzmesi enjeksiyonu şeklinde veya bunların kombinezonu olarak, değişik metodlar vasıtasıyla beslenebilen ilave plazma ısıtı sağlanmalıdır. Üçüncü olarak, boşluk içindeki plazma kolonunun pozisyonunun kontrolünü sağlamak için keza magnetik alanın enine değiştirilmesi gerekmektedir. Plazmanın dış yüzeyini sıyırmak ve onu bir "boşaltma" vakum pompası bölgesine saptırmak için kullanılan bir magnetik "saptırıcı"yı meydana getirmek üzere ilave magnetik bobinlerde dahil edilebilmiştir. Bunlar:

- 1) Plazma hücresinin duvarından plazmaya girmeye çalışan iyonların alınıp saflaştırılması,
- 2) Plazmanın dış yüzeyine nüfuz eden yakıt ve füzyon ürünlerinin alınması,
- 3) Kaçak plazma vasıtasıyla taşınan ısıtımın alınmasıdır.



Şekil 1: Tokamak Reaktörünün Elemanları  
İki magnetik alan (toroidal ve poloidal) birlikte, şekilde noktalı çizgilerle görülen bileşke alanı meydana getirir. Bu her iki alan plazmayı çevreler (sınırlar) ve boşluk içinde hareket eden iyonlar ve elektronların meydana gelmesine neden olur. Bu aksiyal akımın omik ısıtması plazma füzyonunun başarılması için gerekli ısın bir bileşendir. Keza, 100 milyon Kelvin derecesinden daha fazla olan füzyon sıcaklığını sürekli sağlamak için harici kaynaklardan ilave ısı beslemesi yapılmalıdır.