



Nükleer Enerji Nedir ? Nasıl Elde Edilir ? Nükleer Enerji Hakkında Her Şey...

Nükleer Enerjinin Elde Edilmesi



Çalışmanın Sahibi: Zühal Bayındır

Ağır radyoaktif (uranyum gibi) atomların bir nötronun çarpmasıyla daha küçük atomlara bölünmesi (filyon parçalanma – bölünme – bozunma) veya hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon – birleşme – bir araya gelme) sonucu çok büyük bir miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerjiye nükleer enerji denir. Nükleer reaktörlerde filyon reaksiyonu ile edilen enerji elektriğe çevrilmektedir. Güneşteki reaksiyonlar ise füzyon reaksiyonudur. Bu reaksiyonun yarattığı sıcaklık filyon reaksiyonundakinden çok daha fazladır (birkaç milyon derece santigrad). Bu yüzden bu sıcaklığı kontrol edebilecek bir füzyon reaktörü henüz kurulamamıştır

Einstein, 1905 yılında $E=mc^2$ formülü ile filyon sonucu açığa çıkabilecek enerji konusunda öngöründe bulunmuştur. Daha sonra 1930 yılında bu öngörü deneysel olarak Otto Hahn, Lise Meitner ve diğerleri tarafından doğrulanmıştır. Dünyadaki insan yapısı ilk nükleer reaktörü 1942 yılında Enrico Fermi'nin yürüttüğü bir proje sonucunda Amerika Birleşik Devletleri'nin Chicago, Illinois kentinde kurulmuştur. Ancak, dünyadaki ilk nükleer reaktörün ortaya çıkışı milyonlarca yıl öncesine dayanmaktadır. Afrika'da Oklo, Gabon'daki bir uranyum madeninde, yeraltı sularının da maden içinde bulunması nedeniyle doğal bir nükleer reaktör olduğu ve binlerce yıl ısı ürettiği son yıllarda ortaya çıkarılmıştır. Her iki reaktör de filyonu kullanarak ısı üretmiş fakat hiçbiri elektrik üretmemiştir. Elektrik üreten ilk ticari nükleer güç santrali Shippingport, Pennsylvania'da (ABD) kurulmuş ve 1957'de işletmeye girmiştir. Filyon kullanılarak üretilen ilk elektrik ise, Aralık 1951'de Arco, Idaho'daki Deneysel Üretken Reaktöründe elde edilmiştir. Nükleer reaktörlerin yakıtı, kullanılan reaktörün türüne göre değişmekle birlikte genel olarak bu ya doğal uranyum yakıtıdır ya da U-235'ce zenginleştirilmiş uranyum oksittir. Bunlar genellikle zirkonyum ya da paslanmaz çelikten yapılmış boru kılıflar içerisinde çapı aşağı yukarı 1,25 cm kadar küçük haplar şekline sokulmaktadır. Bu haplar reaktörün içinde 3 yıl kadar kalmaktadır. Bu süre içerisinde var olan uranyumun %2-3 kadar yanmaktadır. Her bir hap kendisinin 50.000 katı ağırlıkta kömürün ürettiği ısıyı üretmektedir. Doğal uranyum yakıtı kullanan reaktörler ısısal reaktörlerdir. U-235 izotopunun zenginleştirildiği nükleer yakıtı kullanan reaktörler ise ikinci grubu oluştururlar. Doğada bulunan uranyum %99,28 U-238 ve %0,711 de U-235 içermektedir. Yakıt olarak kullanılan U-235 bu haliyle kullanılmamaktadır. Uranyum içindeki U-235 miktarını %0,711'den %2-3'e çıkarmak gerekmektedir. Bu işleme uranyum zenginleştirme denmektedir.

Zenginleştirme yöntemlerinden birisi, "gaz difüzyonu" yöntemidir. Normal şartlar altında metal olan uranyum, UF₆ gazı haline getirilir ve bir kabın, aralarında gözenekli bir zar bulunan iki bölmesinden birine konup, yüksek basınç altında sıkıştırılmaktadır. Gaz moleküllerinden U-235 içerenler, diğerlerine göre daha hafif olduklarından, herhangi bir sıcaklıkta daha hızlı hareket ederek zarın diğer tarafına sızmakta daha başarılı olmaktadır. Dolayısıyla diğer bölmedeki U-235'li molekül yoğunlaşması, az biraz artmaktadır. Kayda değer bir zenginleştirme için bu sürecin binlerce kez tekrarlanması, böylesine kaplardan binlercesinin art arda kullanılması gerekmektedir. Böyle bir tesiste, yılda tonlarca zenginleştirilmiş uranyum üretilebilmektedir. Fakat basınçlamanın gerektirdiği güç binlerce MW, kap sisteminin tesis maliyeti milyar dolar düzeyindedir. Oysa bir nükleer bombanın yapımı için onlarca kilogram zengin uranyum

gerekmektedir. Zengin uranyumu az miktarlarda elde etmenin daha ucuz yolları bulunmaktadır. Bir başka zenginleştirme yöntemi, uranyum izotoplarının, aynı frekanstaki lazer atımları karşısında verdikleri farklı tepkiye dayanmaktadır. Buysa zahmetli ve yavaş çalışan bir yöntemdir. Malzemeyi küçük miktarlarda ve yavaş yavaş elde etmenin bir diğer yolu, uranyum izotoplarını iyonlaştırıp bir manyetik alanın üzerinden geçirmektir. Aynı hızla hareket etmekte olan iyonlar manyetik alandan geçerken, daha ağır olanlar daha küçük, hafif olanlarsa daha büyük yarı çaplı daireler üzerinden saptırılır ve karşıdaki bir "toplayıcı levha"nın farklı yerlerine düşerler. Bu, fakirin zenginleştirme yöntemidir. Ancak sabır gerektirir. Çünkü gün boyunca hedef levhasında, gram düzeyinde az ürün birikmektedir.

20 Aralık 1942 yılında Enrico Fermi ve çalışma arkadaşları, Chicago Üniversitesi'ne ait bir tenis kortunda kurdukları deneyle dünyanın ilk nükleer reaktörünü çalıştırmayı başarmıştır. Bu, insanlığın atomik enerjiden kontrol edilerek yararlanılabileceğini gösteren ve kendi kendini idame edebilen zincirleme reaksiyonun gerçekleştirdiği ilk nükleer reaktör olarak yerini almıştır. Daha sonraları bu çalışmalar ABD'de askeri amaçlarla yürütülmeye başlanmıştır. 30 bin insanın çalıştığı ve milyarlarca dolar harcanarak yürütülen ünlü "Manhattan Projesi" sonucunda, ilk atom bombası 1944'te Nevada Eyaleti çöllerinde denenmiştir. Böylece II. Dünya Savaşı sırasında Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki kentlerine atılarak ilk kez silah olarak kullanılmıştır. Bombanın öldürücü gücü ve yarattığı yıkım ABD'li yöneticilerin gözünü korkutmuştur. Bu sebeple 1946 yılında Atom Enerjisi Yasası çıkarılmış ve yasaya göre bir Atom Enerjisi Komisyonu kurulmuştur. Komisyonun başına sivil yöneticiler seçilmiş ve böylece askeri gücün bir parçası olması engellenmeye çalışılmıştır. Tabi bu sivilleştirme atomun silah olarak kullanılmasını engelleyememiştir. Bundan dolayı da atomun enerjiye dönüştürülmesi için yapılan çalışmalar yavaş gelişmiştir. ABD Kongresi Atom Enerjisi yasasını kabul ederken devletin güvenliğini düşünerek bu konu üzerinde tam bir tekel kurulmuştur. Ancak Kongre, sivil amaçlar için reaktör yapımına 1953 yılında önemli miktarda fon ayırmıştır. Eisenhower'ın da büyük çabalarıyla özel sektöre reaktör yapma yetkisi tanınırken, dış ülkelerle de bu alanda alışveriş yapma olanağı sağlanmıştır. ABD Kongresi'nin bu tür tavizlere gitmesinde, bu enerjinin en ucuz enerji olması önemli bir faktör olmuştur. 1990 yılına kadar, nükleer silahlar Batılı ve Doğulu süper güçlere odaklıydı. Batılı nükleer güçler kendi nükleer doktrinlerini Sovyet saldırganlığını caydırmaya yöneltirken, bu ülke de nükleer silahlarını Batılı müttefiklere yöneltmiştir. Öte yandan, Hindistan, Pakistan, Güney Afrika, İsrail, Kuzey Kore, Japonya gibi ülkeler, Soğuk Savaş'ın dışında kalmanın rahatlığıyla, kendi nükleer silah programlarını yürütmüştür. Bunların bazılarının sessizce nükleer silah ürettiği herkes tarafından bilinmektedir.

Nükleer Enerjinin Gerekliliği



Nükleer reaktörler, yatırım maliyetleri yüksek, ileri düzeyde teknoloji gerektiren ve sürekli gelişmekte olan bir yapıya sahiptir. Bunun yanısıra güvenlik ile ilgili kaygıların da göz ardıedilmemesi gerekmektedir. Nükleer enerji konusunda olumlu ve olumsuz yönde tepkiler mevcuttur ve bu yüzden nükleer reaktörler konusunda tam bir fikir birliği oluşamamıştır. Bu konuda yöneltilen olumsuz tepkiler genellikle çevre ve insan güvenliğinin tehdit altında olduğu yönündedir. 1986'daki Çernobil felaketinin ardından oluşan kamuoyu tepkilerinden dolayı birçok ülke ya nükleer faaliyetlerinin durdurmuşya da nükleer reaktör yapmaktan vazgeçmiştir. Ayrıca nükleer santrallerde kullanılan yakıt atıklarının çevreye verdiği zararlar ile bu enerjinin elde edilmesi sürecinde doğaya salınan karbondioksit miktarı da tartışmalara neden olmaktadır. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun yaptığı araştırmalar sonucunda eleştirilere getirilen cevaplar şu şekildedir;

• *Elektrik üretiminin sürekliliği yönünden, nükleer santraller, termik ve hidrolik santrallere göre daha güvenli ve emre amadedir.*

• *Nükleer santrallerde kullanılan kullanılmış yakıtlar, 10–20 yıl süre ile santral sahasında saklanacaktır. Bu dönemde aktivitelerinin %98'inden fazlasını kaybedeceklerdir. Asıl sorunu oluşturan uzun ömürlü radyoaktif maddeler de camlaştırılacak, camlaştırılan bu maddeler de kademeli koruma mantığı çerçevesinde kurşun, beton ve korozyona dayanıklı kaplar içine konulacak, bu kaplar da jeolojik olarak kararlı bölgelerde yerin yaklaşık 1000 m altında hazırlanacak beton zırlı galerilerde saklanacaktır. Bugün Avrupa'da birçok ülkede yeni nükleer santral yapımından vazgeçildiği tam olarak doğru değildir . Bu ülkelerin enerji santrallerine bakıldığında enerji açıklarını ağırlıklı olarak Fransa'dan karşıladıkları görülür. Fransa, toplam enerji üretiminin %75'ini nükleerden sağlamakla birlikte, aynı zamanda nükleer enerjiye dayalı bir enerji ihracatçısı konumuna gelmiştir.*

• **Fosil yakıtlı, özellikle kömür santrallerin, çevre etkisi nükleer santrallerle kıyaslanamayacak ölçüde olumsuzdur. Tam tersine, nükleer santraller, çevre etkisi bakımından tercih edilmesi gereken bir seçenektir. Nükleer enerji santralleri en ufak bir hatayı kabul etmeyecek şekilde tasarlanmak durumundadır. Çevreye en ufak bir gaz salınımı düzeltilemez tahriplere sebep olabilecek durumdadır. Ayrıca nükleer tesislerin atıklarının da bir sorun teşkil edileceği kaçınılmazdır. Maddi açıdan baktığımızda nükleer tesis için harcanacak miktar kadar atıkların halli içinde gerekmektedir. Tabii hepsinden öte nükleer enerji sahibi olan ülkelerin nükleer silah yapımını da sağlayabilecek duruma gelebilmeleri ve bunun nükleer silahlanmayı arttıracak fikridir. Dünyada 31 ülkede ticari olarak işletilmekte olan 435 nükleer reaktörün toplam kapasitesi yaklaşık 370 GW'dir. Nükleer güç dünya elektrik talebinin yaklaşık %17'sini karşılamaktadır. 13 ülkede 28 adet yeni nükleer reaktör inşaat halindedir. Dünya nükleer enerji programına sahip ülkeleri Kuzey Amerika, Güney Amerika, Batı Avrupa, Doğu Avrupa, Asya (Uzak Doğu dışında), Uzak Doğu ve Afrika olarak yedi bölümde incelenebilmektedir.**

BatıAvrupa'da 9 ülke nükleer enerji programına sahiptir. Bunlar: Fransa, İspanya, İsviçre, İngiltere, İsveç, Finlandiya, Hollanda, Almanya ve Belçika'dır. İşletimdeki toplam reaktör sayısı 134'tür ve inşaat halinde reaktör bulunmamaktadır. BatıAvrupa'da en fazla nükleer güce sahip 3 ülke Fransa, Almanya ve İngiltere'dir. Bugün için Fransa, 59 adet reaktör ve bu reaktörlerden elde ettiği 63 bin MW elektrik gücüyle Avrupa'nın en büyük nükleer gücüdür. Fransa Avrupa'nın nükleer üssü durumunda olmakla beraber en büyük nükleer enerji ihracatçısıdır . Doğu Avrupa'da nükleer programa sahip ülkeler: Rusya, Slovenya, Slovakya, Bulgaristan, Romanya, Ukrayna, Litvanya, Macaristan ve Çek Cumhuriyeti'dir. Bölgede işletilmekte olan reaktör sayısı 69'dur. İnşaat halindeki reaktör sayısı ise 4'ü Rusya'da olmak üzere 9 tanedir. Rusya bu bölgenin en büyük nükleer enerji üreticisidir. Sahip olduğu 31 reaktörden 21 bin MW enerji elde etmektedir. Onu 15 reaktör ve 13 bin MW ile Ukrayna takip etmektedir.

Asya'da; Hindistan, Pakistan, İran ve Ermenistan nükleer reaktöre sahip ülkelerdir. Bölgede toplam 19 aktif reaktör bulunmaktadır. İnşaat halindeki reaktör sayısı 9'dur. Hindistan nükleer enerjiye çok büyük önem vermektedir. Toplam 16 reaktöründen 3500 MW üretmekte ve şu anda 7 inşaat halinde tesisi bulunmaktadır. Bölgenin diğer önemli bir ülkesi olan İran'da 1 reaktör inşaat halindedir. İran henüz tam anlamıyla işler bir reaktör elde etmemiştir, fakat bölgedeki konumu ve uluslararası siyasetteki tutumu onun nükleer enerji çalışmalarının büyük tartışmalara sebep olduğunu söylemek gerekmektedir .

Uzak Doğu'da; Japonya, Güney Kore, Çin ve Tayvan nükleer enerji tesislerine sahip ülkelerdir. Uzak Doğu'da gerçekleşen büyük ekonomik kalkınmanın nedenleri arasında nükleer enerjinin büyük bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Çin de nükleer enerjiye büyük önem veren ülkeler arasındadır ve işleyen 10 reaktörü, 5'te inşaat halinde reaktörü bulunmaktadır. Bölgenin önemli ekonomik gücü Japonya da ise 55 işleyen reaktörden 47 bin MW üretilmektedir.

Kuzey Amerika'da; ABD, Kanada ve Meksika üçlüsünün oluşturduğu bölgede 213 işleyen reaktör mevcuttur. 103 tane reaktörü bulunan ABD, bu reaktörlerden yaklaşık 100 bin MW elde etmektedir. Bu rakamlar, dünyanın en fazla reaktörüne ve dolayısıyla en büyük nükleer enerjisine sahip ülkenin ABD olduğunu göstermektedir. Kanada'da 18 nükleer santral vardır. Gerçi Kanada hidrolik enerji potansiyeli, petrol ve doğalgaz kaynakları yeterli miktarda olan bir ülkedir, buna rağmen uranyum kaynaklarında değerlendirmektedir. Güney Amerika'da Arjantin ve Brezilya'da toplam 4 santral bulunmaktadır ve yaklaşık 3 bin MW elde edilmektedir. Arjantin'de inşaat halinde 1 reaktör mevcuttur. Bu ülkelerdeki ekonomik ve siyasi istikrarsızlık programlarının ilerlemesini engellemiştir. Afrika'da ise sadece Güney Afrika Cumhuriyeti nükleer programa sahiptir. Burada belirtilmesi gereken önemli bir husus Güney Afrika Cumhuriyeti'nin çok fazla uranyum kaynağına sahip olduğudur. 2 reaktörden yıllık enerji üretimi 1800 MW'dır.

Nükleer Enerjinin Nükleer Silaha Dönüştürülmesi



Atom çekirdeğinin fisyon, füzyon ya da her ikisinin karışımıyla oluşan bir kimyasal reaksiyon ile enerji açığa çıkması sonucunda oluşan patlamayı yaratan her türlü silaha genelde nükleer silah adı verilir. Nükleer reaksiyon sonucunda enerji ortaya çıkaran silahlar için genelde farklı isimler kullanılmaktadır; atom bombası, hidrojen bombası, fisyon bombası, füzyon bombası, termonükleer silah gibi. Bu tür silahlar ilk

olarak atom bombası diye adlandırılmıştır. Atom bombasında denilen fisyon dayalı patlayıcılar, uranyum parçaları halinde hazırlanıp son anda bir araya getirilirler. Orijinal parçaların her biri, zincirleme reaksiyonu başlatamayacak kadar küçük, fakat hepsi bir araya geldiğinde oluşan kütle, bunu fazlasıyla başaracak kadar büyüktür. Yani “süperkritik”tir. Bu “süperkritik kütle” orijinal parçaların etrafına yerleştirilen konvansiyonel patlayıcıların patlatılması sonucu bir araya getirildiğinde, zincirleme reaksiyon başlamaktadır. Buradaki olay, saniyenin milyonda biri kadar kısa süre içerisinde kütledeki fisil çekirdeklerinin hemen tamamının parçalanmasını ve sonuç olarak da açığa, yüzlerce kiloton TNT eşdeğerinde enerji çıkmasını sağlamaktadır. Nükleer bombaların çalışma ilkesi 2 ayrı tür çekirdek tepkimesine dayanmaktadır. Ağır çekirdeklerin parçalanması; yani fisyon olayı ile enerji üreten bombalara “Atom Bombası” denilmektedir. Diğer bir bomba tipi ise; açığa çıkardığı enerjinin çoğunluğu hafif çekirdeklerin kaynaşmasına; yani füzyon tepkimesine dayanan, “Termonükleer Bomba” ya da “Hidrojen Bombası”dır. Henüz geliştirilme aşamasındaki çok yeni tasarımlar dışında, termonükleer bombaların ateşlenmesinde fisyon tepkimesinden yararlanılır. Diğer bir deyişle hidrojen bombasının tetik mekanizması bir atom bombasıdır. Dolayısıyla nükleer silahların yapılabilirliğini incelemeye, atom bombası yapımı için gerekli malzeme ve teknolojinin belirlenmesi yeterlidir. Fisil, yani bölünebilir madde adı verilen uranyum izotoplarından U-233 ve U-235 ile insan yapısı olan plütonyum izotopu PU-239, nükleer silahların hammaddeleridir. Uygun miktar ve geometride bir araya getirilen bu malzemelerde fisyon tepkimesi, bir nötron kaynağı yardımı ile başlatılmaktadır. Kaynaktan çıkan bir nötron, fisil madde ile fisyon tepkimesine girerek, fisil maddenin çekirdeğinin parçalanmasına yol açmaktadır. Bu tepkime sonunda, yüksek kinetik enerjiye sahip iki hafif çekirdekten başka, iki veya üç tane de nötron ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu nötronlardan bazıları, sistemdeki diğer fisil çekirdeklerle fisyon tepkimesine girmeksizin sistemi terk ederler.

Sistemden kaçan nötronların fisyon tepkimesine girenlere oranı, sistemin fiziksel büyüklüğü ile ters orantılı olmaktadır. Fisyon tepkimesinden çıkan nötronların bir kısmı ise, fisil madde veya sistemdeki diğer maddelerle fisyon yapmayacak tepkimelerle yutulurlar. Sızma ve yutulma kayıplarından arta kalan nötronlar yeniden fisyon tepkimesi yaratırlar. Eğer sistemde yeterli fisil madde varsa ve seçilen geometri uygunsa, ardı ardına gelişen zincirleme fisyon tepkimeleri sonucu, sistemdeki nötron sayısı da zamanla artar. Hızla oluşan bu zincirleme tepkimeler sonucu, çok büyük bir ısı açığa çıkar. Sıcaklığı artan sistem, genleşme eğilimi gösterir ve sistemden sızan nötronların oranı artar; bunun sonucu olarak da zincirleme tepkimeler sona erer. Dolayısıyla, nükleer bomba tasarımında en önemli konu, malzeme ve geometrinin seçiminin, zincirleme tepkimeyi mümkün olduğunca uzun süre devam ettirecek şekilde yapılmasıdır. Uranyum zenginleştirme nükleer silah elde etmek için gerekli tek yol değildir. Yakıt olarak doğal uranyum kullanan “ağır su” reaktörlerinde plütonyumun PU-239 izotopu üretilmektedir. Ancak oluşan PU-239 uzun süre reaktörlerde kaldığı zaman nötron bombardımanı altında PU-240, PU-241, PU-242 izotoplarına dönüşebilmektedir. Böylece plütonyumun bomba imal malzemesi olarak kalitesi düşmekte ve kirlenmektedir. Dolayısıyla reaktörün sık sık durdurulup yakıtın reaktörden çıkartılması, içinde oluşmuş olan plütonyumun kirlenmeden ayrıştırılması gerekmektedir. Bu durdurma işlemi casus uydularca

gözlenebileceğinden, NPT'yi imzalamış bir ülkedeki reaktörler Uluslar arası Atom Enerjisi Ajansı'nın denetiminde olduğundan bu işlemi gizlice yapmak zor görünmektedir. Bu işlem güç reaktörlerinde yapılabileceği gibi "araştırma" reaktörlerinde de yapılabilmektedir. Ancak bazı tip güç reaktörlerinde, örneğin; Kanada'nın CANDU tipi reaktörlerinde yakıt elemanları reaktörün çalışmasını durdurmadan takılıp çıkartılabilmektedir. Bu tip reaktörlerde uluslar arası denetçilerin gözetiminden kaçırarak nükleer silah yapımında kullanılacak PU-239 izotopu üretmek daha kolay olmaktadır

Sonuç olarak; nükleer enerji ile nükleer silah arasındaki bu derin ilişki, nükleer silah üretiminin engellenmesini ciddi bir şekilde engellemektedir. Nükleer enerji üretimi için gerekli yakıt, uranyum zenginleştirilmesi ile mümkündür. Zenginleştirilmiş uranyum ise nükleer silah yapımında da kullanılmaktadır. Bu nedenle İran'ın uranyum zenginleştirme programına büyük tepkiler yöneltilmektedir. Nükleer silah üretiminde en önemli unsurlardan biri olan fisil madde de uranyum zenginleştirme adı altında üretilir. Bir ülkenin uranyum zenginleştirme tesisi kurup yeterli miktarda uranyum ya da ağır su reaktörü kurup plütonyum üretmeye yönelik çabalarının nükleer güç edinme girişiminin bir göstergesi olarak algılanabilir. Üstelik nükleer teknolojinin öğeleri üzerindeki "know-how" tekeli giderek zayıflamaktadır. Dolayısıyla doğal uranyum rezervleri, belli bir teknolojik birikimi ve sanayi altyapısı olan bir ülkenin nükleer güç elde etmesinin önünde teknik bir engel mevcut olmamaktadır. Bu nedenle nükleer silahlar 1945-1970 yılları arasında hızla yayılmakta ve ABD, İngiltere, SSCB, Fransa ve Çin nükleer silahlar geliştirilmektedir. 1970'ten sonra da nükleer silahlanma; İsrail, Güney Afrika, Hindistan ve Pakistan'a yayılmaktadır. Nükleer silah geliştiren ilk beş ülke, büyük ölçüde bu silahların tekeli ellerinde tutma güdüsüyle 1970 yılında Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması'nı hazırlamıştır .

- Bu çalışmanın tüm hakları Zühal Bayındır adlı kişiye aittir...

Yararlanılan Kaynaklar :

Zühal Bayındır , İran ' ın Nükleer Silahlanma Politikası

[status draft]

[nogallery]

[geotag on]

[publicize off|twitter|facebook]

[category güvenlik]

[tags NÜKLEER ENERJİ DOSYASI, Nükleer Enerji]