

KURUMSAL YÖNETİM ÇERÇEVESİNDE NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİNİN MALİYET UNSURLARI İLE ENERJİ FİYATLARININ İLİŞKİSİ

Mahmut DEMİRBAŞ*

ÖZ

Çalışmamızda, nükleer enerji santrallerinin tercih nedeni ve maliyet unsurlarına, kurulum, üretim süreci ile ilgili faaliyet maliyetlere, sabit ve değişken maliyetlerin sınıflandırılmasına, radyasyon içeren atıkların ara ve son depolanması ile imha edilme maliyetleri ile devre dışı bırakma maliyetlerinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Enerji üretim maliyeti ile enerji fiyatları arasındaki ilişkiye yer verilmiştir. Kaza maliyetlerinin önemi ve üretici şirketler, sigorta kurumları, üst kurular, devletler ve toplum tarafından üstlenilen sorumlulukların boyutları da tartışılmıştır. Büyük Doğu Japonya Depremi sonrasındaki nükleer kazalar sonucu katlanılan maliyetlere, kurumsal yönetim ilkeleri, sosyal sorumluluk çerçevesinde kamuoyunu bilgilendirme ve gelecekte karşılaşılabilecek risklerle ilgili muhasebe standartları doğrultusunda açıklanması gereken unsurlara yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Nükleer Enerji Maliyetleri, Depolama ve Devre Dışı Bırakma Maliyeti, Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Nükleer Enerji Şirketinin Finansal Tabloları*

THE RELATIONSHIP BETWEEN COST COMPONENT OF NUCLEAR ENERGY PLANT AND ENERGY PRICES WITHIN THE FRAMEWORK OF CORPORATE GOVERNANCE

ABSTRACT

In our paper, the reasons and cost component of nuclear power plants are included. It is emphasized that the operating costs associated with installation and production processes are classified as fixed, variable costs, interim, final storage, disposal costs of radiation containing wastes, as well as decommissioning costs. The relationship between energy production cost and energy prices is given. The importance of nuclear accident costs, the extent of responsibilities undertaken by producers, insurance institutions, regulatory authorities, governments and the society are discussed. It is included that costs of be exposed to nuclear accidents after the Great East Japan Earthquake, public disclosure within the framework corporate governance principles, social responsibility, need to be disclosed components that in the financial statements in line with accounting standards for risks that may arise in the future.

Keywords: *Nuclear Energy Cost, Storage and Decommissioning Cost, Social Responsibility of Corporate Governance, Financial Statements of Nuclear Power Company*

* Avrasya Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Trabzon, E-posta: demirbasmahmut@hotmail.com

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

GİRİŞ

Şeffaflık, hesap verebilirlik, sorumluluk ve adaletli uygulamalar olarak ifade edilen kurumsal yönetim ilkeleri (Demirbaş ve Uyar, 2006:21-24) nükleer reaktörleri kullanarak enerji üreten kurumların faaliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. İlkeler kurumların varlıklarını koruyabilmek, sürekliliğini sağlayabilmek ve tüm kesimlerle olan ilişkilerini ve haklarını korumaya yönelik yasal ve etik düzenlemelere uyumu zorunlu kılmaktadır (Demirbaş ve Uyar, 2006:77). Zorunluluk kapsamındaki yasal ve etik düzenlemelerin katı olması ve maliyet oluşturmaları sebebiyle kurum yöneticilerini bazen kısa vadeli menfaatlerini uzun vadeli menfaatlerinin yerine tercih edebilmektedirler (Daştan ve Bellikli, 2015:186). Böyle bir tutum ve davranış öncelikli olarak yatırımcıların, çalışanların, devletlerin, kredi verenlerin, toplumun tüm kesimlerin haklarının kaybolmasına neden olmaktadır. Oluşabilecek hak kayıpları ve iletişim bozuklukları nükleer reaktörler kullanarak enerji üretme kararını sorgulamaya neden olmaktadır. Çünkü oluşabilecek bir olumsuzluk halinde sadece enerji üreten firma veya ilişkide bulunduğu kesimler sadece parasal kayıpla değil, aynı zamanda yaşamları ve uzun dönem etkilerini telafi edemeyecekleri sonuçlarla karşılaşmaktadırlar. Tüm kesimlerin haklarının kaybolmaması, eşit ve adil muamele görmesi ve kurumların içinde bulunduğu ülkenin, sektörün ve üst kuruların yasal düzenlemelerine uygun hareket etmesi amacıyla kurum bünyelerinde uzmanlık gerektiren komiteler oluşturmakta (örneğin denetim komitesi¹) veya oluşturmaları zorunlu kılınmaktadır (Demirbaş ve Uyar, 2006:107-112). Kurumların

¹ **Denetim Komitesi;** İşletmenin çalışanı ve yöneticisi olmayan, muhasebe, denetim, iç kontrol sistemi, faaliyet alanı bilgisi ve mali raporlama uygulamalarını bilen, n az 2 üyeden oluşan, bağımsız denetçinin bağımsızlığını, iç kontrol ile iç denetim sisteminin etkinliğini sağlayan, kurumun tüm faaliyet süreçlerinin sağlıklı bir gözlem altında tutulması ve kurumun içinde bulunduğu ülkeye, sektöre, üst kurullara ait düzenlemeler ile topluma karşı sosyal sorumlulukları çerçevesinde faaliyetlerini sınırlayan, tüm yasal düzenlemelere uygunluğuna onay veren, genel kurul tarafından seçilen yönetim kurulu ile eşdeğer yetkilere sahip, yönetim kurulundan bağımsız, kurumun faaliyetlerinde karar alma yetkisi olmayan, yönetim kuruluna görüş bildiren ve genel kurulda hissedarlara raporlama yapan bir çalışma grubudur.

Mahmut DEMİRBAŞ

oluşturduğu komiteler, sosyal sorumluluk anlayışı² ile tam, zamanında, ihtiyaca uygun, gerçeğe uygun değerleri ile güvenilir (tarafsız, dürüst), karşılaştırılabilir ve anlaşılabilir bilgilerin raporlanabilmesini amaç edinmekte ve bu amaçla faaliyet süreçlerini belgelendirmekte, sınıflandırmakta, değerlendirmekte, raporlamakta ve analiz etmektedir (BDS 700, 2017: A5-A9). Raporların önemli özelliği, kurumların sürekliliği hakkında bilgi sağlanmasıdır. Komiteleri tarafsız bilgi sağlama ve kurumsal yönetim ilkelerine uyumun temin edilmesi, özellikle kazaların artması sonucunda daha da önem kazanmaktadır. Komiteleri, hazırlamış oldukları raporları yönetim kurulları aracılığıyla genel kuruluna sunmaktadır. Genel kurul tarafından değerlendirilen rapor bilgileri sonrasında, finansal ve finansal olmayan bilgileri de içeren yıllık faaliyet raporları kamuoyu ile paylaşılmaktadır. Nükleer enerji sektöründeki kamuoyu ile paylaşılan yıllık faaliyet raporunda yer alan bilgilerin içerisindeki üretim maliyetlerini, enerji fiyatına etki eden tek esas unsur olduğunu kabul etmek, bizleri yanılgıya düşürebilmektedir.

Bir yanılgıya yer vermemek amacıyla; düşük maliyetli elektrik üretimi, enerji bağımlılığını azaltmak amacı ve düşük karbondioksit salınımı yoluyla enerji üretmek isteği sebebiyle tercih edilen nükleer enerji santral yatırımlarının, enerji bağımlılığı azaltmak için doğru tercih olup olmadığı sorgulanmalıdır. Bu sorgulama sürecinde; "gerçekten enerji bağımlılığını azaltabiliyormuyuz", "yatırımın bünyesindeki maliyet unsurları nelerdir", enerji üretim maliyeti nasıl hesaplanmaktadır", enerji üretim sürecindeki operasyonel nitelikteki değişken maliyetleri değerlendirerek acaba ucuz enerji mi üretilmektedir", "üretim sürecinin çıktılarından olan atığın ara ve son depolanması ile imha süreci maliyetleri değerlendirilmektedir", "nükleer enerji santrallerinin ekonomik ömrünü tamamladıktan sonraki devredışı bırakma, sökülme, imha ve çevrenin eski haline getirilmesi maliyetleri nelerdir", "nükleer enerji kazaları sonrası sorumluluk kimlere aittir", "kaza maliyetlerinin kapsamı nedir", "geçmiş tarihlerde meydana gelen kazaların etkileri nelerdir", "nükleer enerji santrali kurarak enerji üreten kurumlar kamuoyunu aydınlatma ve iletişimi kapsamında neler yapılmalıdır", "üst kurul düzenlemelerinin ve Uluslararası Muhasebe Standartları'nın kurumların kamuoyunu aydınlatma ve iletişimi sürecine

² **Kurumsal Sosyal Sorumluluk;** İşletmelerin başta faaliyet gösterdiği çevre olmak üzere, çalışanlardan topluma tüm paydaşların saygınlığını gözetmek, onların hayat standartlarını artırmak ve ülkenin ekonomisine katkıda bulunmak için yasal düzenlemeler ile etik kurallara uygun toplum nezdinde işletme itibarının artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması çabasıdır (Daştan ve Belikli, 2015: 185-186).

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

etkisi nasıl gerçekleşmektedir” sorularına cevap bulmak amacıyla çalışmamız planlanmıştır.

Nükleer reaktörler kullanılarak enerji üretim sürecinde sürdürülebilirlik³ ile kuşak içi eşitliğin⁴ sağlanması amacıyla ve kurumsal sosyal sorumluluk anlayışı çerçevesinde (Yıldıztekin, 2009: 370) nükleer enerji santralleri yatırımları ve enerji fiyatları ile maliyetleri arasındaki ilişki incelenmiştir. İncelenme sürecinde nükleer enerji santrallerinin tercih sebepleri, reaktör kazalarına yönelik olasılıksal risk değerlemesi, uranyum tedarik zincirinin garanti edilmesi ve sorumluluk, üretim maliyetleri, atığın sınıflandırılması, ara ile son depolanması ve nihai imha süreci maliyetleri, santrallerin ekonomik ömrü sonrası katlanılan maliyetler (devre dışı bırakma, nihai imha ve çevrenin eski haline getirilmesi maliyetleri) çalışmamızda yer almaktadır.

Özellikle çekirdek eriğine neden olan 1986 tarihli Cherbobly (Ukrayna), 2011 tarihli Fukushima Daiichi ve 2012 France IRSN nükleer santral kazaları, nükleer enerji yatırımlarının riskli enerji yatırımları olarak değerlendirilmesi tartışmalarına neden olmuştur. Makalemizde tartışmalara taraf olmak düşüncesi mevcut değildir. Fakat kazaların etkileri ve sorumlulukların paylaşımı konusunda bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır. Çünkü kazaların net maliyeti (dar kapsamda veya geniş kapsamda) henüz bilinmemektedir. Belirsizliği önörülebilir kılmak amacıyla, Büyük Doğu Japan Depremi (Great East Japan Earthquake) sonrası Fukushima Daiichi nükleer enerji santralinde meydana gelen kazanın etkileri ve enerji santralinin sahibi Tokyo Electric Power Company (TEPCO) şirketinin kaza sebebiyle katlanmış olduğu maliyetlerin büyüklüğü ve etkilerine, belirsizlik ortamındaki kurumsal iletişim ve yönetim uygulamaları çerçevesinde kamuoyunu bilgilendirme süreci, üst kurul ve muhasebe standartları doğrultusunda faaliyet raporlarında vermek zorunda olduğu bilgiler makalemizde incelenmiştir. Makalemizdeki başlık sınıflandırmaları tarafımıza aittir.

³ **Sürdürülebilirlik:** Kuşaklararası eşitlik olarak bilinen durumu kapsamaktadır. (Yıldıztekin, 2009: 370).

⁴ **Kuşak İçi Eşitlik;** Gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılayabilme yeteneklerini bozmadan, fedakârlık yapılmadan, karşılanabilmesidir. Sürdürülebilir gelişmenin temelini oluşturan ekonomik, çevresel ve sosyal hedeflerin uyumlu yürütülmesi ile mümkündür (Yıldıztekin, 2009: 370).

**NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİ YATIRIM KARARI TERCİH
NEDENLERİ, KAZALARA YÖNELİK OLASILIKSAL RİSK
DEĞERLEMESİ, URANYUM TEDARİK ZİNCİRİNİN GARANTİ
EDİLMESİ VE SORUMLULUK**

Nükleer Santralleri Yatırım Kararı Tercih Nedenleri

Nükleer enerji santrallerinin tercih nedenleri enerji kaynaklarının dağılımının dengesizliğinden kaynaklanmaktadır. Enerji kaynaklarından petrolün çoğunluğu sadece 8 ülkede bulunmaktadır. Ayrıca petrolün tükenmesi ve siyasi kargaşalar, petrol arzını tehdit edebilir. Dolayısıyla petrol bağımlılığını azaltmak ve enerji güvenliğini arttırmak amaç edinilmektedir. Nükleer enerji santrallerinde elektrik üretimini arttırmak enerji bağımsızlığı demektir. Elektrikli araçlarda nükleer elektrik, petrol için gerçek bir alternatif olacaktır. Ayrıca, nükleer enerjinin gaz ve kömür ile rekabet etme gücü daha yüksektir. Dünya’da kanıtlanmış gaz rezervlerinin %80’i sadece 10, kömür rezervlerinin %80’i sadece 6 ülkede bulunmaktadır. Bununla birlikte uranyum rezervlerinin % 80’i 10 ülkede bulunmaktadır. Bu verilerin 6-10 ülke veya % 80’i gibi örtüşmesi dikkat çekicidir (örneğin; uranyum rezervlerinin bulunduğu 10 ülkeden sadece 3’ü Nambiya, Nijerya ve Mali’dir). Çoğu fosil yakıtta olduğu gibi, nükleer enerjide yakıt çubukları Avrupa Birliği’nin dışından ithal edilmektedir. Bu ithalat ana hammadde olan uranyum yakıt çubuğuna bağımlılığı beraberinde getirmektedir. Bu bağımlılıktan dolayı enerjide potansiyel güç kazanmak için daha fazla dikkatli davranılması gerekmektedir (Picot, Riotte, Leon ve Lang, 2001: 30-32).

Nükleer enerji, kirlilik yaratan yanıcı gazları üretmez. Nükleer enerji arz güvenliği, artan CO2 emisyonu konusundaki artan endişeleri azaltmak için kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları gibi küresel sera gazı azaltılması, özellikle gelecekte elektrik talebinin artma eğilimi sürecinde küresel ısınma ile mücadelede önemli rol oynayabilir. Ancak nükleer atığın üretilmesi bu avantajı ortadan kaldırmaktadır. Karşılaşılan en önemli zorluk ise toplumu atık imha teknikleriyle ve nükleer enerjinin sürdürülebilir kalkınmaya olumlu katkı sağladığı düşüncesine ikna etmektir (Picot vd., 2001: 18).

Nükleer enerji santralini inşa etmek, teknolojiyi kurmak, işletmek, donanımları tedarik etmek, konusunda uzmanlaşmış az sayıda kurum vardır. Kurum sayısındaki azlık da bağımlılığı arttırmaktadır. Örneğin Hollanda endüstrisinin nükleer bilgi üretme, faaliyetini gerçekleştirme konusunda tecrübesi yoktur. Sadece yakıt zenginleştirmesi konusunda

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Urenco'nun araştırmaları dışında. Ayrıca, istihdam politikaları konusunda da nitelikli insan birikimine sahip olmak gerekmektedir (Bles vd., 2011:40).

Nükleer enerji santrallerinin yatırım sürecinde yatırımın nasıl bir piyasada yapıldığı önemlidir. Çünkü tekelci piyasalarda imal edilen nükleer enerji santrallerinin maliyeti gerçekten ucuzdur. Fakat günümüzde yüksek derecede borçlanma maliyeti içeren santrallerin inşa maliyetinin ucuz olduğunu söylemek zordur (Bles vd., 2011:35). Tekel niteliğinde olan nükleer enerji santrallerinde (Borssele örneği) riskler, inşaat maliyetleri, işletme performansı ve yakıt fiyatları ile elektriğin piyasa fiyatı arasında ilişki kurulmuş değildir. Tüketiciler ve devlete ait kurumlar farklı fiyatlarla enerji kullanabilmektedir. Maliyetler ile fiyatlar arasındaki ilişki incelenirken finansman dinamiklerine ve piyasa koşullarına göre hareket etmek rasyonel bir davranıştır (Bles vd., 2011:13). Fakat liberalize olmuş enerji piyasasında nükleer enerji tesislerinin yapımı devletlerden ziyade özel yatırımcılara doğru eğilim içerisindedir. Herhangi bir üretim teknolojisini seçmek ise serbesttir. Devletler tarafından kuruluş izinlerine ilişkin kısıtlamalar ve çevresel izinlerin maliyeti önce yatırımcıya daha sonrada tüketiciye elektrik fiyatları üzerinden yansımaktadır. Liberalize piyasalarda nükleer enerji santralının kurulum maliyetinin artmasının en büyük sebepleri; yatırımın artan inşaat maliyetleri ve bünyesine dahil edilen borçlanma maliyetleridir (EIRP, 2017:10). Buna rağmen nükleer enerji santralleri bir kere inşa edildikten sonra, nükleer enerji teknolojisinin kullanımı ile değerli bir varlıktır. Düşük değişken maliyet ve düşük CO2 emisyonu ile ucuz elektrik üretmek mümkündür. Hedef ucuz elektrik üreten reaktör gücü ve ana karbonu oluşturan küçük karbon ayak izine sahip olmaktır (Bles vd., 2011: 37). Nükleer enerjinin karbon ayak izi 10 gr CO2/KWh'den daha düşüktür. Örneğin, enerji bağımlılığını azaltma, düşük maliyet ile enerji üretmek ve düşük karbon ayak izi hedeflerinden dolayı Hollanda hükümeti kuruluş aşmasındaki santrallerin inşa sürecini desteklemektedir (Bles vd., 2011:37).

Nükleer enerji yatırımlarında endişe ise devlet politikası olarak sürdürülebilir enerji arzını temin etmek için nükleer teknolojiye yoğunlaşarak, yenilenebilir enerji tesislerinin geliştirilmesinin göz ardı edilmesidir (Bles vd., 2011:37). Ucuz nükleer enerji için sağlanan sübvansiyon programlarının yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanmamasıdır. Örneğin; 0,11 €/KWh referans maliyet fiyatına sahip olması gereken elektrik fiyatının sübvansiyonlar sebebiyle 0,05 €/KWh olarak ifade edilmesi ve yanlış bilgilendirmeye neden olabilir.

Mahmut DEMİRBAŞ

Sübvansiyonların ortadan kaldırılması yatırım ve enerji maliyetleri yukarıya doğru hareketlendirir. Sübvansiyonları sürekli kılmak ise devlet ve toplum üzerine maliyetlerin kalıcı yüklenmesi anlamına gelir (Bles vd., 2011:37). Japonya'da nükleer enerji şirketleri üretmiş oldukları elektrik miktarına bağlı olarak, elde etmiş oldukları gelirlerin belirli bir bölümünü ya yenilebilir enerji tesislerine yatırmak ya da yenilebilir enerji alanında faaliyet gösteren kurumların ortaklık paylarına yatırım yapmak zorundadır. Bu zorunluluk yenilebilir enerji kaynaklarının göz ardı edilmemesini sağlamaktadır. Sübvansiyonların süresi, sınırı ve diğer enerji kaynakları arasında dağılımı, devletler ile toplumun üstlendiği maliyetleri azaltmak ve çeşitlendirmek önemlidir (TEPCO, NCFS, 2017).

Nükleer enerji santrallerinin toplam maliyet içerisinde; nisbeten yüksek sabit maliyetleri ve düşük değişken maliyetleri vardır. Yalnızca doğrudan değişken maliyetler değerlendirilirse, nükleer enerjinin ucuz olduğu söylenebilir. Fakat CO2 salınım fiyat yükleri (WBG, 2016:3), sabit maliyetler, doğabilecek kaza maliyetleri, reel borçlanma maliyetleri, sigorta primleri, ticari risk primleri, radyoaktif atığın izolasyonu, ara depolanması, son depolama ve imhası ile santrallerin ekonomik ömrü sonunda karşılaştıkları sabit maliyet niteliğindeki devre dışı bırakma ve çevrenin düzenlenmesi maliyetleri dikkate alındığında elektrik maliyetleri artmaktadır. Aynı zamanda bu maliyetlerin çoğunluğuna ait sorumluluğun devletler ve toplum tarafından üstlenildiği durumda ucuz olduğunu söylemek tartışmalı bir karardır (Bles vd., 2011:35-36).

Ayrıca, nükleer enerjide hakkındaki tartışma konuları; kaza riski, uranyum tedarik zinciri döngüsü ile ilgili kılavuzların güvenilirliği ve finansal garanti maliyetleri sebebiyle toplumun bütün olarak maruz kaldığı maliyetlerdir (Bles vd., 2011:12).

Kazalara Yönelik Olasılıksal Risk Değerlemesi Metodu (Probabilistik Risk Assessment (PRA) Method)

Nükleer enerji santralleri yatırım kararını etkileyen önemli bir unsurda kaza olasılığıdır. Amaç kaza olasılığını en aza indirmek hatta sıfırlayabilmektir. Nükleer enerji yatırımlarında risk değerlendirme yapmak, riski çeşitlendirmek ve öngörebilmek karşılaşılabilecek etkisi ve tutarı net bilinmeyen fedakarlıklara sebep olabilir. Bu amaçla kurumlar olasılıksal risk değerlendirme metoduna dayanarak risklerini belirlemeye çalışırlar.

Olasılıksal risk değerlendirme metoduna dayanarak, bir veya birden fazla olaydan kaynaklanan çeşitli kazaları düşünmek, başarısızlıkların (depremler, boru kopmaları, bilgisayar arızası, insan hatası vb. olayların

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

olasılığını hesaplayarak ortaya çıkan sonuçlar) önüne geçmek için mühendisler yeni bir yedekleme sistemi (algoritma) tasarlayabilirler. Karmaşık bir sistemde zayıf noktalar var ise risk tahminleri dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır. Uluslararası nükleer izleme grubu IAEA (International Atomic Energy Agency) Japonya'daki tesislerin birçoğunun tsunami tehlikesini hafife aldığına karar vermiştir. Nükleer bir kazanın sonuçları o kadar ağır ki, önlemleri almayı ihmal etmek kabul edilemez bir yaklaşımdır (Bles vd., 2011: 25).

Olasılıksal risk değerlemesi temelde 3 aşamada yürütülür. Bu aşamalar; çekirdek eriği (core melt)nin meydana gelmesi, çekirdek erimesi veya diğer olaylardan çevreye radyoaktif materyallerin ile radyasyonun bırakılması ve çevrede hasar oluşumu değerlemeleridir. Kazalar sonucu ortaya çıkan radyoaktif madde, radyasyon seviyesi INES (International Nuclear Event Scale) ölçeğine göre sınıflandırılır. Örneğin; Çernobil-Ukrayna kazası, nükleer enerji endüstrisinde temsili olmayan bir istisna olarak görülmekte ve INES 7 etkinliği olarak derecelendirilmiştir." Three Mile Island Adası (ABD) nükleer sahanın içinde gerçekleşmiş, çekirdek erimesinin etkisinin santral içinde sınırlandırılabilceğinin kanıtı olarak (çevreye etkisi olmadığı düşüncesiyle) INES 5 etkinliği olarak değerlendirilmiştir (EEA, 2007: 4-9).

Fukushima Daiichi reaktöründe yaşanan son nükleer kazaların gösterdiğine göre değerlendirme yöntemleri kusursuz değildir. Risk yöntemleri birçok olasılığı dikkate almasının yanısıra, olasılıktaki serbestlik derecesi, değerlendirme noktalarının zayıf noktalarını oluşturmaktadır. Mart 2011'deki tsunami risklerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. 1989 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 104 reaktörde meydana gelen nükleer olay riski 400.000'de 1 den az sayıydı. ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu'na (US Nuclear Regulatory Commission) göre 115.000 risk olasılığı içinde 1 veya 1'den yüksek olduğunu, reaktör başına 50.000'de 1'in üzerinde erime riski bulunduğunu tahmin etmektedir. Çok sayıda risk tahminine rağmen hala düşünülmemiş risk tahminlerinin olduğu söylenebilir (Bles vd., 2011:26).

"Nükleer erime olasılığı bir milyon da bir" (Bles vd., 2011:25). Erime riski ile ilgili; Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 1979 Three Mile Island Nükleer Santral, Ukrayna'daki 1986 Chernobyl Nükleer Santral, Japonya'daki Mart 2011 Fukushima-Daiichi Nükleer Santraldeki 3 reaktörde aynı vakaların gözükmesi sebebiyle toplam 5 vaka dikkate alınır ve 500 reaktör içerisinde olasılık hesaplanırsa, 50.000'de 1 olarak ifade edilen olasılığın ($5/500 = 0,01$) %1 olarak gerçekleştiğini görebiliriz. % 1

Mahmut DEMİRBAŞ

olan gerçek riski dikkate almamız, rasyonel davranış açısından daha önemlidir.

"Aşırı güven bir risktir ve kaza olasılığını artırır." İnsan hataları teknik arızalara neden olabilir. Ayrıca mühendisler hali hazırda algılanan riskleri hesaba katabilirler ancak gelecekte meydana gelebilecek olaylar, tasarım gereksinimlerini öngörülemez bir şekilde değiştirir. "Geleceği iyi tahmin et." (Bles vd., 2011:26).

Nükleer enerji teknolojisinin istikrarsız ülkelere dağılımı ve yeniden işleme, günümüzdeki tartışmaların önemli bir konusudur. Yeniden işleme, nükleer yakıt çevriminde hassas bir adım olarak görülmektedir. Çünkü izole edilmiş plutonyum, ilkel bir nükleer silah için kullanılabilir. Aynı zamanda teknolojik bilgi birikimini gereklidir (EEA, 2007: 8).

Uranyum Tedarik Zincirini Garanti Etmek

Nükleer enerji santralleri yatırım kararını etkileyen önemli bir unsurda uranyum tedarik zincirinin garanti edilmesidir. Nükleer Enerji Santrallerindeki uranyuma bağımlı olarak, uranyum madeninin çıkarılmasından, zenginleştirilmesine, depolanması ve imha sürecine kadar ki tedarik zincirine ait sorumluluğun sağlanması önemlidir. Uranyum üretimi ile radyoaktif atık arasında doğrudan bir ilişki vardır. Özellikler sülfürik asitle süzdürme operasyonları Almanya, Çek Cumhuriyeti ve Doğu Avrupa ülkelerinde yeraltı suyunun kalitesinde ve içilebilir su kullanımına önemli bir tehdittir. Özellikle Kazakistan tarafından sorumlu tedarik zinciri döngüsünün güvenilir bir şekilde garanti edilmesinin zor olduğu belirtilmiştir. Birçok şirket toksit, radyoaktif atıklar, yolsuzluklar, uranyum hırsızlığı ve yasadışı satışlar sebebiyle dava konusu olmuştur. Devletlerin mücadelesine rağmen değer zincirinde sorunlar devam etmektedir. Bu sebeple yakıt üretimini sınırlandırılması konusu tartışılmaktadır. Hollanda hükümeti tedarik zinciri sorumluluğunu garanti etmek için ISO 14001 sertifikasını uranyum sağlayan şirketlerden talep etmiştir. Fakat ISO 14001 gerekliliklerin belki sadece % 50'sini karşıladığı ve ISO 14001 dışsal maliyet olarak tanımlanan çevre sorumluluğunu garanti etmek için yeterli ve geçerli bir çözüm olmadığı tartışma konusudur (Bles vd., 2011:30).

Nükleer Enerji Santrallerinde Sorumluluk

Yatırım kararında sorumluluk bilinci ve sorumluluğu kimler tarafından üstlenildiği bilgisi önemlidir. Nükleer enerji santrali kurulumunu yapan, işleten operatörler, ödenmiş oldukları sigorta primleri sebebiyle

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

sigorta şirketleri ve hükümetler sorumluluğu birlikte üstlenirler. 1960 Paris Anlaşması, 1963 Brüksel Anlaşması, 28 Ocak 1964 Brüksel Anlaşmasına Ek Protokol, 16 Kasım 1992 tarihli Katma Protokol, 12 Şubat 2004 tarihli Paris Protokolü'ne göre; operatörler tarafından yaptırılmış sigorta kapsamında ilk 700 Milyon €'dan, reaktörün bulunduğu ülke 500 Milyon €'dan, Brüksel anlaşmasını kabul eden ülkeler 300 Milyon €'dan sorumludur. Toplam sorumluluk ise 3.2 Milyar €'dur. 1,5 Milyar €'nun üzerindeki tutar 1.7 Milyar € reaktörün bulunduğu devlet tarafından karşılanacaktır. Hasar tutarı operatörlerin sorumluluk tutarını aşarsa reaktörün bulunduğu devlet olay başına 2.2 milyar € garanti sağlamakla yükümlüdür. Örneğin; Holanda da şu anda 7 nükleer reaktör olduğuna $7 \times 2,2 = 15,4$ Milyar € tutarında bir garanti yükümlülüğüne sahiptir. Operatörlerin üstlenmiş olduğu sorumluluğu KWh başına ifade etmek istersek 0,11 € cent/KWh'dir (Bles vd., 2011:78).

NÜKLEER ENERJİ ÜRETİMİNDE MALİYET UNSURLARI

Nükleer Enerji Maliyet Unsurları

Nükleer enerji santrallerinde üretilen enerjinin maliyetini Wallner bir formül ile açıklamaya çalışmış ve maliyet bileşenlerinin toplam maliyet içindeki göreceli ağırlıklarına yer vermiştir. Wallner'e göre elektrik üretim maliyetini hesaplama formülü ve nükleer enerji maliyet bileşenleri aşağıdaki gibidir.

Formül 1: Elektrik Üretim Maliyetini Hesaplama (Wallner ve Mraz, 2013:10)

$$TEÜM = [I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A t}{(1+i)^t}] / [\sum_{t=1}^n \frac{M e t}{(1+i)^t}]$$

TEÜM	€/ kWh Başına Toplam Elektrik Üretim Maliyeti
I₀	€/ kWh Başına Yatırım Harcamaları
A_t	T Zamanda € Cinsinden Toplam Maliyetler
M_el	KWh Olarak Yıllık Üretilen Elektrik Miktarı
İ	İskonto Oranı
N	Fabrikanın Toplam Ekonomik Ömrü
T	Fabrikanın Faydalı Kalan Ekonomik Ömrü

Elektrik üretim maliyetini hesaplama formülü sadece üretim sürecini kapsamaktadır. Nükleer enerji santrallerinin işleyiş sürecinde temel üç faaliyet grubundan bahsedebiliriz. Birincisi elektrik üretim faaliyetleri, ikincisi üretim süreci sonunda elde edilen atığın ayrıştırılması,

Mahmut DEMİRBAŞ

ara depolanması, taşınması, son depolama ve nihai imha faaliyetleri, üçüncü ise nükleer enerji santrallerinin devre dışı bırakılması, sökülmesi, nihai imhası ile çevrenin doğal haline getirilmesi faaliyetleridir. Ayrıca Wallner'in elektrik üretim maliyeti hesaplama formülü atığın depolanması ile imha süreci, sigorta maliyetleri, zarar tazminleri ve faaliyet süresi içerisindeki borçlanma maliyetleri ile dışsal maliyetleri kapsamamaktadır. Sadece üretim faaliyetlerini dikkate almaktadır. Tablo 1'deki maliyet unsurlarının sınıflandırılması ve toplam maliyet içerisindeki nisbi oranlarına baktığımız zaman operasyon maliyeti ve sürdürme maliyetlerinin toplam maliyet içerisinde % 20 seviyesinde olduğunu, en fazla maliyetin yatırım maliyeti olduğu, yakıt depolama ve imha süreci maliyetlerinin üretim ve sürdürme maliyetleri kadar önemli olduğunu ve faaliyete son verme, nihai imha ve önceki duruma getirme maliyetlerinin %1,5 ile önemsiz kıldığını görmekteyiz. Fakat bu oranlar da değişkenlik gösterebilir (Wallner ve Mraz, 2013:1-9).

Tablo 1: Nükleer Enerji Maliyet Unsurları(\$)

Maliyetlerin Sınıflandırılması	2012 Aralık	2012
Başlangıç Yatırım Maliyeti	0,56-0,72	0,60
Yakıt Depolama Maliyeti	0,17-0,26	0,20
Enerji Üretim Sürecindeki Operasyon Maliyeti ve Sürdürme Maliyeti	0,10-0,17	0,20
Faaliyete Son Verme, Nihai İmha ve Önceki Duruma Getirmeye Yönelik Çevre Maliyeti	x<%1	%1,5

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:7

Nükleer enerji maliyet unsurları başlangıç yatırım maliyeti, enerji üretim sürecindeki operasyon maliyeti ve sürdürme maliyeti, yakıt depolama maliyeti ve faaliyete son verme (devre dışı bırakma), nihai imha ve önceki duruma getirme maliyetleri olarak sınıflandırılır. İlgili sınıflandırma kapsamında maliyetler sabit ve değişken olarak tasnif edilebilir.

Sabit Nükleer Enerji Santrallerinin Başlangıç Yatırım Maliyetinin Kapsamı

Sabit maliyetler; nükleer enerji santrallerinin yaşam seyri boyunca sabit kalan kurulum aşamasındaki yatırım maliyetleridir (EIRP, 2017:10). Yatırım maliyetleri, teknolojinin seçimi, reaktör sayısı, sözleşme şartları, tekel ve liberalize olmuş piyasada inşa edilip edilmemesine göre değişkenlik göstermektedir. Bu değişikliğin en büyük sebebi ise katlanılan borçlanma maliyetleridir.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Ortalama inşaat süresi 6-10 yıl arasında olan nükleer enerji santrallerinde inşaat süresinin uzaması borçlanma maliyetini arttırmakta ve aynı zamanda geçikmeden kaynaklanan üretim kayıplarına da neden olmaktadır (Wallner ve Mraz, 2013: 1-13). Nükleer enerji yatırımı yapan firmaların kredi derecelendirmeleri, devlet tarafından sağlanan sübvansiyonlar, devlet tarafından üretim ve talep planları ile kredi tutarını garanti etmek, vergi istisnaları, borçlanma süresi, ödeme planı, riskleri minimuma indirmek ile teşvikler borçlanma maliyetini azaltacaktır (IAEA, 2009, 70-72). Borçlanma maliyetleri düşük risk primi esas alındığında % 5 ve %8 arasındadır. Fakat devletler tarafından garanti edilen projelerde finansman maliyetini içeren faiz oranları daha aşağıda belirlenebilir (% 2 ile % 4,5 aralığında) (Bles vd., 2011:15). Elektrik fiyatlarının serbest piyasada belirlendiği bir ortamda, kredi verenler geleceğe ilişkin elektrik fiyatlarına güvenemezler ancak projeksiyonları içerisinde varsayım olarak kabul edebilirler. Fakat elektrik fiyatlarının tekel piyasada belirlendiği ortamda bu böyle değildir. Tekel piyasada elektrik fiyatlarının belirlenmesi ve borçlanılan tutarın geri ödeme süresi borçlanma maliyetlerini %10-%15 oranında aşağı çeken unsurlardır (Bles vd., 2011:15). Örneğin Olkiluoto III % 2,6 faiz oranını içeren borçlanma maliyeti ile yapılmıştır. Çünkü ihracat sübvansiyonu ve devlet desteğini içermektedir. Nükleer enerji tesisinin inşasında borçlanma ve özkaynak oranı ile borçlanma koşulları da önemlidir. Borçlanma maliyeti ülkeden ülkeye, şirketten şirkete değişir. Sebebi ise kredi dercelendirme notlarıdır. Zayıf kredi dercelendirme notu borçlanma maliyetini artırırken, yüksek kredi dercelendirme notu borçlanma maliyetini azaltır. Örneğin; Fukushima Daiichi felaketi nükleer enerji santrallerinin kredi dercelendirme notlarını olumsuz olarak etkilemiştir. Bu sebeple, nükleer enerji santrallerinde borçlanma maliyeti, diğer santral türlerinden daha fazla artmıştır. (OECD, 2004; Bles vd., 2011:59). Nükleer enerji santralının kurulmaya başlaması ile faaliyete başlaması süresindeki borçlanma maliyetleri kurulum maliyetlerine dahil edilebilir. Fakat borçlanma süresi inşaat süresinden uzun ise (borçlanma süresi 20 yıl, inşa süresi 6 yıl ise) faaliyete başladıktan sonraki dönemlere ait borçlanma maliyetleri, uzun vadeli borçlanma gideri olarak muhasebeleştirilir (TMS 23, m: 10,17,19,22,23). Bu durum borçlanma maliyetinin, başlangıç yatırım maliyeti üzerindeki etkisinin düşük algılanmasına neden olabilir.

Farklı ülkelerdeki kurulum maliyet verileri karşılaştırılırken dikkatli olunması gerekmektedir. Örneğin; Batı Avrupa'daki tesislerin yatırım maliyeti, ABD'deki tesislere göre % 50 daha yüksektir. Noveçte ise % 87

Mahmut DEMİRBAŞ

daha pahalıdır. ABD'de Florida Power & Light Nükleer enerji santralının kurulum maliyetleri liberalleşmiş elektrik piyasasında kurulduğu ve borçlanma maliyetlerini içerdiği için ABD'deki diğer santrallerden daha pahalıya mal olmuştur.

Tesisleri inşa ederken anahtar teslimi yapılan proje anlaşmalarında fiyat endekslerinin uygulanacağı yönünde bir anlaşma var ise; CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Index), Kimyasal Tesislerin Mühendislik Maliyeti Endeksi ve CERA (Power Capital Cost Index) sermaye maliyeti endeksi ile inşaat endekslerinin sözleşme maliyetlerine etkisi yılda en düşük % 4, en yüksek %10 oranında değiştirmektedir (Bles vd., 2011:59).

Sabit maliyetler üretim miktarından bağımsızdır. Nükleer santrallerin kurulum maliyeti doğrusal (normal) amortisman yöntemine göre, 50-60 yıl olarak belirlenebilen faydalı ekonomik ömür dikkate alınarak hesaplanan amortisman tutarının üretim maliyetlerine eklenmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Reaktörler için faydalı ekonomik ömür 25 yıl olarak dikkate alınabilir (EIRP, 2017: 13).

Ayrıca sabit maliyetlerin birim maliyetler üzerindeki etkisi kapasite kullanım oranı ile bağlantılıdır. Kapasite kullanım oranı arttıkça sabit maliyetlerin birim maliyet içindeki payı azalacaktır. OECD ülkelerinde bir nükleer santralin ortalama kapasite kullanım oranı % 80'dir. Kapasite kullanım oranı gelir ve maliyet tahminlerinde önemli bir varsayımdır. Kapasite kullanım oranını artırmak, uzun süren öğrenme sürecini gerekli kılmaktadır (Bles vd., 2011:75).

Değişken Üretim Maliyeti

Nükleer enerji reaktörleri ile üretilen elektrik fiyatları ve üretim maliyetleri, enflasyon, dünya piyasasındaki enerji arzı ve talebinden etkilenmektedir. Elektrik fiyatlarının % 20'sini değişken nitelikte olan maliyetler; üretim süreci maliyetleri ile yönetim ve bakım maliyetleri kapsamaktadır. Üretim süreci maliyetlerinin en önemli maliyet unsurlarına; uranyum yakıt çubuğu, işletme ve bakım, sigorta maliyetleri ve fosil üreten teknolojiler için CO2 emisyonu ödeneklerinin maliyetleri örnek olarak verilebilir.

Uranyum arzındaki artış, azalış veya duraksama uranyum fiyatlarını etkilemektedir. Uranyum arzını azaltma düşüncesini etkileyen unsurlar; dünyadaki sınırlı miktardaki uranyum varlığı buna karşılık nükleer enerji reaktörlerinin kapasitesinde artışın olması, uranyum talebinde meydana gelebilecek azalış, uranyum derecesindeki azalmadır. Yeni bir reaktör ile

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

mevcut uranyum fiyatlarında yakıt maliyeti 0,364 €/KWh olacağı tahmin edilmektedir. Bu yakıt maliyeti doğalgaz için 2,14 €/KWh, kömür için 3,61€/KWh³'dür. Dünya ölçeğinde uranyum talebi, uranyum arzı kapasitesini aşmaktadır. Bu durumda fiyatı etkilemektedir (Matsuo, 2012:1-12). Bir nükleer enerji yatırımcısının değişken maliyetler üzerine kontrolü sınırlıdır. Bunun için operasyonel faaliyetler üzerinde karlılığını arttırmak için hareket kabiliyeti zayıftır (Bles vd., 2011:20-21).

Nükleer enerji santrallerinde yakıt maliyetleri diğerlerine göre daha düşüktür. Bunun nedeni nükleer fizyon (fission) işleminin yüksek enerji verimliliğidir. Nükleer reaktörler için uranyum dönüşümü, zenginleştirme ve yakıt çubuğu imalatı Mart 2011'deki 1 kg Uranyum Oksit'in (UO₂) maliyeti Dünya Nükleer Birliği (World Nuclear Association (WNA)) verilerine göre 1887 €'dur.

Tablo 2: Uranyum Yakıtı Maliyet Unsurları €/kg

Uranyum Yakıtı Süreci /Miktar ve Maliyeti	Miktarlar	Maliyet Cinsinden	€
Uranyum Madeni Çıkarma ve İşleme (mined and milled)	8,9 kg U3O8	885	
Uranyum Dönüştürme (Conversion)	7,5 kg U	67	
Uranyum Zenginleştirme (Enrichment)	7,3 SWU	772	
Yakıt İmalatı (Fuel Fabrication)	Her bir kg için	164	
Yaklaşık Toplam Maliyet	Her bir kg için	1887	

Kaynak: Bles vd., 2011:20-21

EPR tipi bir reaktörde 60 GWd/t olan termik elektriğin verimliliği % 36, reaktör yakıtının aynı miktarı 518.400 KWh olması dolayısıyla yakıt maliyeti 1887 €/518.400 KWh = 0,364 €cent/KWh olarak hesaplanabilmektedir. Oluşabilecek yakıt çubukların değerindeki artış değişken maliyetleri arttırabilecektir.

Nükleer enerjinin karbon ayak izi 10 gr CO₂/KWh'den daha düşüktür (Bles vd., 2011:41). CO₂ emisyonu ödenekleride üretim süreci sebebiyle katlanılan değişken maliyettir. Katbon ayak izi sebebiyle CO₂/t başına 15€ emisyon ödeneği ödenmektedir (Bles vd., 2011:35-36).

Nükleer enerji reaktörlerinde sigorta maliyetlerinin üretilen elektrik fiyatlarına etkisi değişken niteliktedir.

Mahmut DEMİRBAŞ

Tablo 3: Nükleer Enerji Santrallerine Ait Full Sigorta Maliyetlerinin KWH başına Elektrik Üretim Maliyetlerine € Cinsinden Etkisi

İnşaat Maliyetlerinden Günümüze Kadar	0,018-0,079	Thomas et al. (2007)
Yeni İnşaat Maliyetlerindeki Artışlar	0,118	MIT (2009)
100 Yıllık Zaman Diliminde Düşük Risk Seviyesinde Eklenen Sigorta Maliyetleri + 0,139 €/kWh	0,26	Gunther et al. (2011)
100 Yıllık Zaman Diliminde Yüksek Risk Seviyesinde Eklenen Sigorta Maliyetleri + 2,36 €/kWh	2,48	Gunther et al. (2011)
10 Yıllık Zaman Diliminde Düşük Risk Seviyesinde Eklenen Sigorta Maliyetleri + 3,96 €/kWh	4,08	Gunther et al. (2011)
10 Yıllık Zaman Diliminde Yüksek Risk Seviyesinde Eklenen Sigorta Maliyetleri + 67,3 €/kWh	67,4	Gunther et al. (2011)

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:5

Sigorta primleri hesaplanırken 100 yıllık zaman dilimi içerisindeki nükleer enerji üretim gücünün (tüketimi sürecindeki dış etkilerinin elimine edilmesi için) net bugünkü değeri baz alındığı zaman düşük risk seviyesinde 0,139 Euro/KWh, yüksek risk seviyesinde 2,36 Euro/KWh, 10 yıllık zaman dilimi içerisindeki nükleer enerji üretim gücünün net bugünkü değeri baz alındığı zaman düşük risk seviyesinde 3,96 Euro/KWh, yüksek risk seviyesinde 67,3 Euro/KWh'dir. Her iki zaman diliminde sigorta maliyetlerinin yükleme haddinin hesaplanması ekonomik açıdan uygulanabilir değildir (Wallner ve Mraz, 2013:31). Aynı zamanda; ne düşük risk seviyesinde, ne de yüksek risk seviyesinde, ne 10 yıllık sürede ne de 100 yıllık sürede sigorta fiyatlarının etkisini hesaplamak rasyonel ve gerçekçidir. Yukarıdaki verilerden hareketle önce 100 ve 10 yıllık süreçlerde normal risk seviyesinde sigorta fiyatlarını yükleme haddini ve sonra faydalı ekonomik ömür içerisinde ortalama 55 yıl içerisinde normal risk seviyesinde sigorta maliyetleri yükleme haddini eskalasyon yöntemi ile hesaplamak daha rasyonel ve gerçekçidir. İlgili yöntem göre; 100 yıllık zaman dilimi ortalama risk seviyesi 1,2495Euro/KWh, 10 yıllık zaman dilimi ortalama risk seviyesinde 17,19025 Euro/KWh olarak hesaplanabilir. 55 yıllık faydalı ekonomik ömür ve normal risk seviyesinde 8,8559 Euro/KWh yükleme haddi daha gerçekçi ve rasyoneldir. Bulunan değerler, enerji maliyetleri içerisinde yüksektir. Sigorta maliyetlerini azaltmak için reaktör kazalarını azaltmak gerekmektedir.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Radyoaktif Atıkların Ayrıştırılması, Farklılaştırılması, Ara Depolanması, Taşınması, Son Depolama ve Nihai İmha Maliyeti

Radyoaktif atıkların ayrıştırılması, farklılaştırılması, ara depolanması, taşınması, son depolama ve nihai imha maliyetlerini anlayabilmek için iş süreçlerinin kapsamını anlamak ve bilmek gerekmektedir. Süreçlere ilişkin bilgiler, konu alt başlıkları ile incelenmektedir.

Radyoaktif Atıkların Ayrıştırılması, Ara Depolanması ve Nihai İmha Süreci

Reaktörün çalıştığı bir süreçte yakıt, hiç olmadığı bir noktaya taşınır. Yakıt reaksiyonunu düzgün bir şekilde sürdürmek için yeterince aktiftir. Kullanılmış yakıt çubuklarının sökülmesi ve soğumalarına izin vermek için geçici olarak ara depolarda depolanması gerekir. Soğuma döneminden sonra son depolamaya ya da alternatif olarak yeniden işleme tesisine gönderilir. Arıtma ve depolama binası için inşaat ve borçlanma maliyetlerine katlanmak gereklidir. Örneğin; HABOG depolama alanının yatırım maliyeti 125 Milyon €'dur. Ayrıca m³ başına dağıtım ve transfer ücreti atıkların depolanması ve imhası sürecindeki maliyetleri kapsar (Bles vd., 2011:69-71).

Borssele nükleer enerji santrali örneğini dikkate alırsak; nükleer yakıt tüketiliğinde, geçici olarak gücünün soğumasını sağlamak için özel havuzlarda bekletilir ve Fransa'ya gönderilir. Hollanda da ortaya çıkan yüksek derecedeki atıklar COVRA⁵ (Central Organisation For Radioactive Waste) radyoaktif atık merkezinde planlanan 100 yıllık bir süreç için Vlissingen'deki tesise önderilir. COVRA, tesise m³ başına teslimat ücreti ve atık işleme ve 2130 tarihine kadar depolanması karşılığında katkı payı ödemesi yapar. Bu güne kadarda tesise katkı payı olarak 257 Milyon € ödemiştir. Bu tutar KWh başına yaklaşık maliyeti 0,2 €/KWh'dir. Reaktörü işleten kurum, COVRA'ya teslim ettiği atıklardaki maliyet artışından muaftır. Çünkü COVRA'ya teslim edilen atıklar için gelecekte katlanılabilecek maliyetler bilinmiyor. Sadece katı radyoaktif atıkların gelecekte arz masraflarına ilişkin tahmini 2005 yılında 22 Milyon € olan tutar, 2130 yılındaki nihai imha sürecinin toplam maliyetini 2 Milyar € olarak tahmin edilmektedir. Özellikle nihai imha süreci, santralin

⁵ COVRA (Central Organisation For Radioactive Waste): Hollanda da yüksek seviye de nükleer atıkların elden çıkarılmasından sorumludur. Bu sebeple reaktörü işleten firmadan m³ başına bir nihai imha ücreti tahsil etmektedir.

Mahmut DEMİRBAŞ

kapatılması, sökülmesi, eski duruma getirme maliyetleri belirsizdir. Çünkü çok az tecrübe vardır. Bu sebeple reaktörü işleten kurum tarafından ayrıca bir fonun oluşturulması gelecekte karşılaşılabilecek bu maliyetlerin karşılanmasına katkıda bulunabilir. İleride karşılaşılabilecek sorun, fon yetersizliği ile karşılaşma sorunudur. COVRA nihayetinde bir kamu kuruluşudur. Kamu fonları maliyet açıklarını gidermeye yeterli olur mu? Kesin riski tahmin etmek zor olduğu için soruların cevaplarını bulmak da o kadar zordur. Bu sebeple fona ayrılan tutar birim maliyet içerisinde yer almamaktadır. Karşılık olarak muhasebeleştirilmesi gerekir (Bles vd., 2011:23). Bu sebeple fona ayrılan tutar birim maliyet içerisinde yer almamaktadır. Gelecekte karşılanması mutemel ve tahmini tutarı hesaplanabilen bir yükümlülük olarak ayrılan karşılık tutarlarını yerine getirebilmek amacıyla varlıklarda uzun vadeli duran varlıklar içinde sınıflandırılmalıdır.

Nükleer enerji santralleri atık yönetimi ve depolama sürecini Hollanda örneğindeki COVRA aracılığı ile değilde kendisi gerçekleştirmek isteyebilir. Böyle bir süreçte radyoaktif atıkların ayrıştırılması, farklılaştırılması, atıkların radyoaktif etkinliğinin azaltılmasına ilişkin iş süreçleri, tabii olduğu sorumlulukları yerine getirme, gözetim faaliyetlerine müsaade etme, serbest bırakma, yakma, sıkıştırma, ara depolama, son depolama ve nihai imha etme süreçlerinde uyulması gereken prosedürlere uyma faaliyetlerini yerine getirmek için bir kısım sabit ve değişken maliyetleri katlanmak zorundadır. İlgili maliyetleri anlayabilmek için iş süreçlerinin kapsamı hakkında bilgi sahibi olmak ve ona göre maliyetleri sınıflandırmak gereklidir (Bles vd., 2011:23-24).

Nükleer reaktörlerin inşası sürecindeki ekonomik değerlendirme zamanında maliyet bileşenleri arasında radyoaktif atıkların ara depolanması, son depolama ve nihai imha maliyetlerini dikkate almak gereklidir.

Radyoaktif atık maddelerin farklılaşması sürecinde; nükleer enerji reaktörlerinden kaynaklanan radyoaktif madde kalıntıları kendi içerisinde önce üretim atıkları ile konvansiyonel kullanım için geri dönüşüm veya serbest bırakılan malzemeler olarak ikiye ayrılmaktadır. Muaf atıklar (düşük etkinlik yoğunluğu içeren atıklar), düşük, orta seviyeli atıklar (kağıt, giysi, laboratuvar ekipmanı, inşaat malzemeleri, gaz ve sıvı atıkların depolandığı soğutma havuzlarında biriken çamurlar), kısa ömürlü atıklar (30 yıldan daha az yarı ömrü olan atıklar), ışın etkin materyal atıklar, düşük konsantrasyonlarda bulunan uranyum, suni gübrede kullanılan fosfatlar), alfa (uranyum ötesi) atıklar (plütonyum izotopları gibi ışın etkin çekirdekleri içeren atıklar) ve yüksek seviyeli atıklar (kullanılmış

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

yakıtları veya kullanılmış yakıtları yeniden işlenirken üretilen yüksek derecedeki aktif sıvılar) olarak tasnif edilebilir (Kaya, 2012:75). Üretim atıkları daha sonra kendi içerisinde ısı üretiminde kullanılan ve yüksek seviyede radyoaktif kullanılmış yakıt montajları ile ısı üretiminde kullanılmayan orta ve düşük seviyede diğer radyoaktif atıklar olarak tasnif edilmektedir. Isı üretiminde kullanılmayan orta ve düşük seviyede radyoaktif atıkların yok edilmesi ile farklılaşma süreci tamamlanmaktadır. Radyoaktif atıkların ara depolanması ve imhası atıkların kategorisine bağlı olarak birkaç adımdan oluşmaktadır. Atıklar kategorik olarak yüksek seviyede atıklar (high level waste), orta (medium level waste) ve düşük seviye (low level waste) atıklar olarak üzere sınıflandırılmaktadır. Ara depolama ve son nihai depolama ve imha süreci atıkların kategorisine göre belirlenmektedir. Yüksek seviyede atıkların nihai depolama ve imha süreci özellikli bir konudur. Teknik açıdan zordur. Çünkü binlerce yıllık güvenli depolama garantisini içermektedir. Bu kadar uzun bir zaman dilimine ilişkin depolama maliyetini hesaplamak oldukça güçtür. WNA 2013 verilerine göre nükleer atıkların ara depolama, son depolama ve imha maliyeti birim KWh başına üretim maliyetin % 10'unun üzerindedir (VGB PowerTech, 2012:16).

Radyoaktif atık, nükleer tıpta (teşhis ve tedavi için), endüstriyel uygulamalarda (plastik üretmek gibi) kaçınılmaz bir yan üründür. Radyoaktif atık, nükleer enerjiyi elektrik üretmek için kullanan ülkelerde toplam toksit atıkların % 1'inden daha azını temsil etmekle birlikte, en yüksek radyoaktif seviyeye sahip atıklardır (Picot vd., 2001:18).

Federal Almanya'daki uygulamalarını incelediğimizde; atıkların depolanması, serbest bırakılması, nihai imhası ve yönetilme sürecindeki sorumlulukları; federal çevre bakanlığı, doğa koruma ve nükleer güvenlik birimi, reaktör emniyet komisyonu, radyasyondan korunma komisyonu, atık imha komisyonu, ekonomi ve teknoloji komisyonu, federal radyasyon koruma ofisi, doğal kaynakları koruma enstitüsü, inşaat ve depoların yönetilmesi amacıyla üst kurulları altındaki komisyonlar belirlemektedir. Nükleer enerji reaktörü operatörü (firması) şekil 5'de gösterildiği gibi, radyoaktif atıkların ara, son depolama ve nihai imha edilmesi ile ilgili sorumlulukları yerine getirmelidir. Atık yönetim sürecini iyileştirmeli, reaktör dışına uzaklaştırmalı, atık ve yakıt grupları için iyileştirici yöntemlerin için araştırma yapmalı, yeniden işleme ve izole yöntemlerini geliştirmelidir. Ayrıca, ara depolama, son depolama ve nihai imha sürecinin finansmanını da temin edilmelidir (VGB PowerTech, 2012:29).

Mahmut DEMİRBAŞ

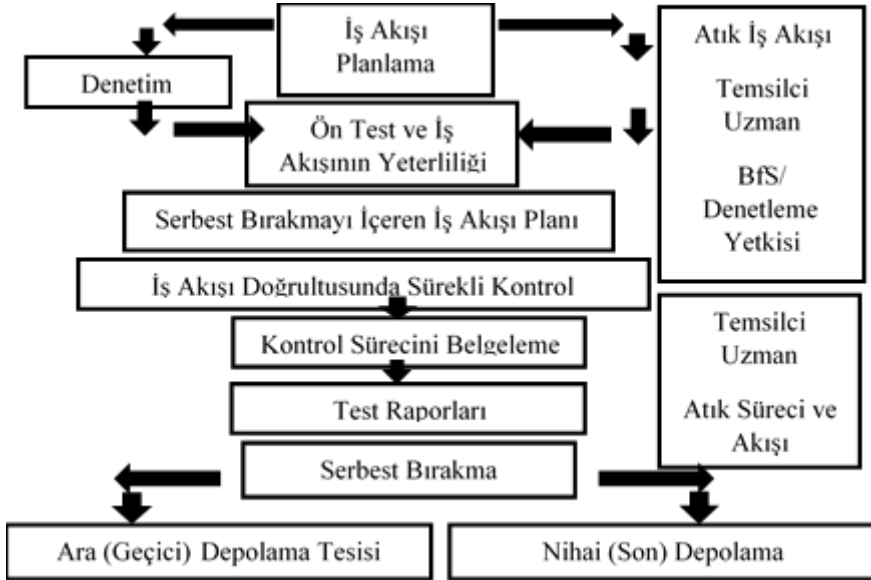
Tablo 4: Atık Yönetimi İle İlgili Kurumlar ve Komisyonlar

BMU	Federal Çevre Bakanlığı, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik
RSK	Reaktör Güvenlik (Emniyet) Komisyonu
SSK	Radyasyondan Korunma Komisyonu
ESK	Atık İmha (İmha) Komisyonu
BMW	Ekonomi ve Teknoloji Komisyonu
BfS	Federal Radyasyon Koruması Ofisi
BGR	Doğal Kaynakları Koruma Enstitüsü
DBE	İnşaat ve Depoların Yönetilmesi Üst Kuruları

Kaynak: VGB PowerTech, 2012:29.

Nükleer enerji reaktörü operatörünün (firmasının) radyoaktif atığın ara depolama son depolama ve nihai imhası belirli bir süreci kapsamakta ve yetkilendirme prosedürünü gerekli kılmaktadır. Şekil 6'da yetkilendirme prosedürü ayrıntılı olarak yer almaktadır (VGB PowerTech, 2012:27).

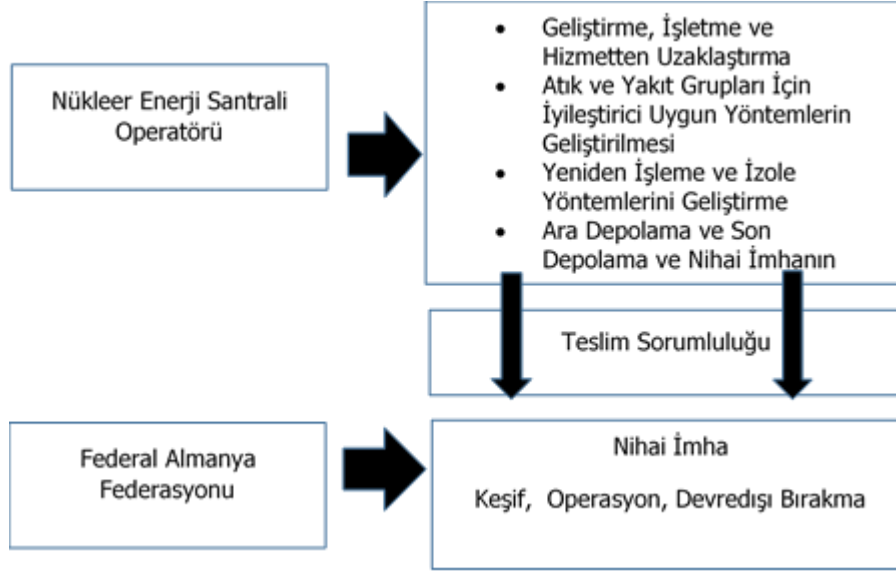
Şekil 1: Radyoaktif Atığın Geçici (Ara) Depolama ve Son Depolama ve Nihai İmhası İle İlgili İş Akış Şemasının Yetkilendirme Prosedürü



Kaynak: VGB PowerTech, 2012: 27.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Şekil 2: Radyoaktif Atıkların Ara, Son Depolama ve Nihai İmha Edilmesine İlişkin Sorumluluklar



Kaynak: VGB PowerTech, 2012:30

Atık arıtma yöntemleri atığın, katı ve sıvı olmasına göre göre değişkenlik göstermektedir. Katı atıklardan moloz, ısı yalıtım malzemesi ve kağıt, kumaş ve plastik sanayi hammaddesi niteliği taşıyamayacak olanlar izole edilir, sıkıştırılmış paletler halinde koruyucu depo kaskı olarak ifade edilen kasklara doldurulduktan sonra koruyucu konteynerlerle depolama alanında muhafaza edilirler. Sıvı atıklar ise; yağ, yoğunlaştırılmış filtre, yoğunlaştırılmış buharlaştırıcı (evaporatör), çamurlar ve iyona dönüştürülmüş reçineler olarak tasnif edilebilir. Yağ ve çamur niteliği taşıyan atıklar yakılır ve yakıt atıkları sıkıştırılır ve koruyucu kasklara doldurulduktan sonra depolanır. Yoğunlaştırılmış filtre, yoğunlaştırılmış buharlaştırıcı ve iyona dönüştürülmüş reçineler, kurutma, çimento ve dehidrasyon sürecine tabii tutulur. Bu süreç sonunda sanayi üretimi için kullanılacak olan atıklar, tuz blokları, granüller, toz ve çimento blokları haline getirilir. Dökme demir konteynerlerle ilgili yerlere taşınır. Bu süreç sonunda sanayi üretimi içinde kullanılmayacak nitelikteki atıklar sıkıştırılır ve katı atıkların prosedürüne tabii olur (VGB PowerTech, 2012:19-20).

Depolama Maliyeti Unsurları

Katı ve sıvı radyoaktif atıklar için optimize edilmiş arıtma yöntemleri ve depolama faaliyetleri sabit yatırım maliyetini gerektirmektedir. Depolama maliyelerinden sabit maliyet niteliğindeki yatırım maliyetleri; proje tanımları, tasarım mühendisliği, düzenleyici otorite onayı ve inşaat süreci ile depolamaya ilişkin lisans bedelleri ile kullanılan yakıt depolama tesislerinin inşaat maliyeti, devredışı bırakma ve nihai imha maliyetlerini (D&D (Decontamination & Decommissioning)) kapsamaktadır (IAEA, 2009, 10-11).

Tablo 5: Depolama Maliyeti Kategorileri ve Bileşenleri

Maliyet Kategorileri	Proje Evreleri	Dikkat
Yatırım Maliyetleri	Proje Tanımları	<ul style="list-style-type: none">• Alternatifler En iyi Seçeneği Seçmek İçin Değerlendirilir.• Proje Uygulaması İçin Plan Oluşturulmalıdır.
	Tasarım Mühendisliği	<ul style="list-style-type: none">• Tesis Tasarımı Tamamlanmalıdır.• Tesisin Yatırım Planı Hazırlanmalıdır.
	Düzenleyici Otorite Onayı	<ul style="list-style-type: none">• Güvenlik Analiz Yöntemleri Tanımlanmalıdır.• Yetkilendirme Düzenleyici Otorite Tarafından Yapılmaktadır.
	İnşa Etme	<ul style="list-style-type: none">• Depolama Tesisi İnşa edilir.
İşletme ve Bakım	Kullanılmış Yakıt Yükleme	<ul style="list-style-type: none">• Kullanılmış Yakıt Tesiste Depolamaya Konur.• Kuru Depolama Kutu/Modülleri Tedarik Edilmelidir.
	Sadece Depolama	İzleme Yapılır.
	Boşaltma	<ul style="list-style-type: none">• Kullanılmış Yakıt Deposundan Çıkarılır.• Bir Nakliye Kabına Aktarılır.• Saha Dışı Hedefe Gönderilir.
D & D	Son Depolama ve Sökülmesi ile Nihai İmha	<ul style="list-style-type: none">• Yakıt Depolama Tesisi Dezenfekte Edilir ve Sökülür.• Site Orijinal Duruma Getirilir.

Kaynak: IAEA, 2009: 11.

Depo inşaatının sökülmesi ve faydalı ömür tahminlerinin depolama türleri için değişiklik göstermesi beklenebilir. En yüksek maliyetli depolama alanları su havuzları iken, en az tonoz depolama alanlarında olduğu gibi. Kuru depolama sistemlerinin tasarım özellikleri, inşaatı ve kullanılan yakıt depolama tesisinin hizmet dışı bırakılması genel olarak daha kolay ve basittir. Sabit yatırım maliyetleri özkaynak ve borçlanma

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

maliyetini de kapsamaktadır (Varley ve Rush, 2011:12-13). Özkaynak ve borçlanma maliyetini kapsamı gereken yatırım maliyetleri tablo 5 ve 6'da yer almaktadır.

Tablo 6: Özkaynak ve Borçlanma Maliyeti Hesaplanması Gereken Yatırım Maliyetleri

SEÇENEKLER	HAVUZ	ÖZEL KORUYUCU KASK	KANİSTER/ KASK	TONOZ
ALTYAPI (EĞER İHTİYAÇ OLURSA)		Arsa ve Arazi Sabit Altyapı Hazırlığı Köprüler, Otoyollar, Altyapıya Ulaşım		
SİSTEMLER	Havuz İnşaatı Havuz Yapısı Soğutma Suyu Su Artırma Hava Filtreleme	Depolama Kaskı Kask Taşıma Kask Yükleme ve Boşaltma Kask Döküm Mühürleme Kask İmalatı ve Operasyonu	Kanister / Kask Taşıma Yükleme ve Boşaltma Kaynaklama Kanister/Kask İmalatı ve Operasyonu	Tonoz İnşaatı Tonoz Depolama Depolanan Kanisterlerin Taşınması Kaynaklama Hava Filtreleme
TRANSFER EKİPMANLARI	Dolu Transfer Kaskları Taşıma	Koruyucu Transfer Kaskları ve Konteyner Koruyucu Transfer Kaskları ve Konteynerleri Taşıma Koruyucu Transfer Kaskları ve Konteynerleri Yükleme ve Boşaltma		
ARINDIRMA	Arındırma Sistemleri			
ORTAK TESİSLER		Hava Parçacık Monitorleri, Radyasyon Monitörü, Güvenlik Çiti Oluşturma, Sızıntı Alarm Sistemi, Başarı ve Ulaşım Kontrol Sistemi, CCTV Monitör Sistemi, Güvenli Ev ve İstasyonlar		
YAKMA TESİSİ				
SIKIŞTIRMA TESİSİ				
ARA VE SON DEPOLAMA TESİSLERİ				

Kaynak; IAEA, 2009: 13.

Mahmut DEMİRBAŞ

Depolama maliyetlerinden değişken maliyet niteliğindeki işletme ve bakım ile son depolama ve nihai imha faaliyetleri; kullanılmış yakıt yükleme, depolama ve boşaltma sürecini kapsayan işleme ve bakım maliyetlerini ve yakıt depolama tesisinin dezenfekte edilmesi, sökülmesi, depolama alanının depolanmadan önceki haline getirilmesi sürecini içeren son depolama ile nihai imha süreci faaliyetleridir. Bu faaliyetleri gerçekleştirmek için süreçte katılan personel, malzeme, araç ve gereçler, taşıma araçları, dışarıdan sağlanan denetim, bağımsız teknik uzman ile lisans bedelleri değişken maliyetleri oluşturmaktadır (IAEA, 2009: 14-15). Her bir maliyet kategorisi, evreleri ve dikkat edilmesi gereken hususlar tablo 6'da belirtilmektedir.

İlgili yetkilendirme prosedürlerine, sabit ve değişken maliyetlere katılarak uygun bir atık yönetimi maliyetli bir faaliyetler bütünüdür. İsviçre Nükleer Güvenlik Kurumu (The Swiss Nuclear Safety Authority) atık yönetim ile ilgili kesin maliyetlerinin atık sürecinin sonunda hesaplanabileceğini ifade etmektedir. İskonto edilmiş değerlerle 1.763.000.000 Euro ile 4.422.000.000 Euro arasında olduğunu belirtmektedir (IAEA, 2009: 16).

Katı ve sıvı radyoaktif atıklar için optimize edilmiş arıtma yöntemleri ile atıkların izole edilmesi, reaktör dışına taşınması, sürecindeki operasyon maliyet unsurları ve içerikleri tablo; 7, 8 ve 9'de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

Tablo 7: Full Depolama İçin Katılan Malzeme ve Operasyon Maliyetleri

<ul style="list-style-type: none">• Personel Maliyetleri (Maaşlar, Ücretler, Jestiyon.v.b.)• Malzeme ve Gereçler• Su, Elektrik ve Yakıt Gibi Girdiler• Yıllık Lisans Ücretinde Yüklenen Tutar• Tesislere İlişkin Vergiler, Sigorta, Amortisman Gibi Dolaylı Üretim Maliyetleri• Genel Yönetim Giderleri
--

Kaynak; IAEA, 2009: 15.

Tablo 8: Reaktördışı (OFFSITE) Taşıma Maliyetlerinin Unsurları

<ul style="list-style-type: none">• Nakliye Direkleri ve Darbe Sınırlayıcı veya Önleyicileri• Treyler (Kamyon Nakliyeleri İçin)• Raylı Araç (Demiryolu Nakliyeleri İçin)• Personel Arabası (Demiryolu Nakliyeleri İçin)• Tampon Araba (Demiryolu Nakliyeleri İçin)• Güvenlik ekipmanları (kamyon sevkıyatında refakat aracı da dahil olmak üzere)
--

Kaynak; IAEA, 2009: 16.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Tablo 9: Reaktör Dışı Taşıma Operasyonu Maliyetleri

Demiryolu Naklieleri İçin	Karayolu (Kamyon) Naklieleri
Taşıma Maliyetleri	Taşıma Maliyetleri
Kask ve Demiryolu Aracı ile Kaskların Yüklene, Boşaltılması Kask Yüklü Personel Arabası Yükleme ile Boşaltılması ve Tampon Ağır Nakliye ve Manevra Maliyeti	Kask Yükleme ve Boşaltılması Bekleme Süresi
Bakım Maliyetleri	Bakım Maliyetleri
Kask Bakım Maliyetleri Demiryolu Aracı Bakım Maliyetleri Tampon Araba bakım Maliyetleri Personel Arabası Bakım Maliyetleri	Kask Bakım Maliyetleri Taşıyıcı Karayolu Aracı Bakım Maliyetleri
Trafik Yönetimi	Trafik Yönetimi
Güvenlik Maliyetleri	Güvenlik Maliyetleri
Güvenlik Elemanlarının Maaş ve Hakları Demiryolu İle Seyahat Maliyetleri Seyahat Sürecinde Hak Ettikleri Ücretler	Güvenlik Elemanlarının Maaş ve Hakları Seyahat Sürecinde Hak Ettikleri Ücretler Eşlik Eden Araç Maliyetleri Polis Eşliği Maliyetleri

Kaynak; IAEA, 2009: 17.

Tablo 7, 8 ve 9'da yer alan maliyet unsurları üretim süreci sonrasında katlanılan maliyet unsurları olmalarına rağmen üretim maliyetleri kapsamında değerlendirilmelidir. Çünkü enerji üretim süreci kapsamında katlanılan fedakarlıklardır. Aynı şekilde aşağıda yer alan son depolama sürecinde katlanılan fedakarlıklarında üretim maliyetleri kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir.

Son Depolama Maliyetleri

Kaynağı ne olursa olsun, düşük, orta ve yüksek seviyedeki nükleer atık, insanlar ve çevre için radyoaktivitesini koruduğu sürece güvenli olduğu düşünülen yeraltı depolarında saklanır veya yok edilir. Toplam radyoaktif atığın %90'nını temsil eden bu atıklar özel tasarlanmış ortamlarda izole edilerek depolanmaktadır. Fakat sürdürülebilir kalkınma perspektifinden bakıldığında gelecek nesiller için kalıcı çözüm bulma yükünü taşımak istemiyorsak ara depolamalar bir çözüm değildir. Uzmanlar tarafından tercih edilen uzun vadeli çözüm, atığın ortalama 800 m-1200 m arasındaki derinlikte inşa edilen ve granit, kil, tuz oluşumları

Mahmut DEMİRBAŞ

gibi durağan jeopolitik yerleşimlerin milyonlarca yıl değişmeden kalmasını içermektedir. 40 yılı aşkın bir süredir elde edilen depoları inşa etmek ve işletmek için teknoloji kullanımı ve birikimin olgunlaştığı düşünülmektedir (Picot vd., 2001:18)". Fakat; Almanya terk edilmiş kömür ve tuz kubbelerini tehlikeli kimyasal atık ve CO2 depolanması için kullanmıştır. Tuz depolarında düşük ve orta dereceli radyoaktif atığın depolanması yapılmaktadır. Fakat Asse ve Marsleken tuz kubbelerinin çöküşü, sular altında kalması, radyoaktif sızıntıya sebep olması başarısızlık olarak nitelendirilir (Bles vd., 2011:80).

Son depolama sürecinde, doğa güvenliği ilave tedbirlerle artırılabilir. Yüzeyleki depoların tersine minimum bakım gerektiren derin jeopolitik depolarda atıklar, cam bloklarda çözülmeven bir şekilde hareketsiz (immobilize) kılınır. Daha sonra korozyona dayanıklı geçimsiz kil ile doldurulur ve beton yapılarla güçlendirilir. Depolar hiçbir radyoaktif sızıntısının yeryüzüne ulaşamayacağı bir şekilde tasarlanmalıdır. Atıkların depolanmasının ilk ve daha sonrasındaki aşamasında katlanılan maliyetler gelecek nesillerin atık yönetimi konusunda yeni teknolojilerini geliştirmesi ile geri kazanılabilir. Gelecek nesillere atıkları değiştirme özgürlüğü sağlayabilir (Picot vd., 2001:18). Bu gerçekleşebilecek teknolojik yenilikleri uygulayabilmek amacıyla; derin jeopolitik depolara ulaşım için alternatif yol düşünülmelidir (Bles vd., 2011:80).

Devredışı Bırakma ve Faaliyete Son Verme Maliyetleri (Decommissioning Costs)

Devredışı bırakmanın, dünya çapındaki büyüklüğünü değerlendirebilmek ve yüksek düzeyde bir güvenlik standardı hazırlamak gereklidir. Malzemelerin, binaların ve sitelerin nihai imhasına yönelik ölçütler, uluslararası işbirliği ve uzlaşma oluşturmak, devredışı bırakma için fon sağlamak, ülke içi ve ülke dışına yönelik hükümet stratejileri hakkında rehberlik geliştirmek, başarılı atık yönetim stratejisini oluşturmak önemli unsurlardır (Linsley, 2004: 75).

Devre dışı bırakma maliyetlerini belirleyen unsurlar; reaktörün tipi ve boyutu, enerji santralindeki birim sayısı, çalışma süresi ve tahmini atık miktarının belirlenmesidir. Su bazlı reaktörler için ortalama 500 \$ /KWe, fakat gaz soğutmalı reaktörler için yaklaşık 2500 \$ /Kwe olarak tahmin edilmektedir (Lund, 2004:69).

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Tablo 10: Reaktör Çeşitliliğine Göre Tahmini KWe başına Devre Dışı Bırakma Maliyetleri

Ractör Tipi	Ortalama Devre Dışı Bırakma Maliyeti \$ /Kwe	Standart Sapma
PWR	320	195
VVER	330	110
CANDU	360	70
BWR	420	100
GCR	Maliyet > 2500	Belirlenmemektedir.

Kaynak; Kaynak; Lund, 2004:69

Tablo 10'daki standart sapmalardan anlaşılacağı üzere reaktörlerin devre dışı bırakılması ile maliyet tahmini, eldeki tecrübe azlığı sebebiyle net olarak belirlenmemektedir. Sadece tahmin içermektedir. Bu tahminler ise; santrallerin çalışma sürecinde fonlarda biriktirilmesi gereken tutarı belirlemek için kullanılmaktadır. Tablo 11'de ifade edildiği gibi, katlanılabilecek maliyetlerin, faaliyetleri oranına baktığımızda en yüksek maliyetin nükleer santralin sökülmesi, atık işleme ve imhası sürecine ait olduğu görülmektedir.

Tablo 11: Devre Dışı Bırakma ve Faaliyete Son Verme Sürecindeki Maliyet Unsurları

Faaliyetler/ Toplam Maliyet İçerisindeki Oranları	Toplam Maliyet İçindeki Oranı %
Tesisin Sökülmesi	25-35
Atık İşleme ve İmhası	17-43
Güvenlik, Araştırma ve Bakım	8-13
Proje Yönetimi ve Santral Yerinin Düzenlemesi	5-24
Santral Yerinin Temizlenmesi, Peyzaj	5-13

Kaynak: Lund, 2004:70

Nükleer enerji santrallerinin faydalı ömürleri sonrasında devre dışı bırakılması, sökülmesi ve çevrenin eski duruma getirilmesi için muhtemel katlanılabilecek maliyetler de sabit maliyettir. Fakat üretim maliyeti kapsamında değerlendirilmemektedir (Bles vd., 2011:18-19). Bu tür gerçekleşmesi muhtemel sabit maliyetler için karşılık ayrılması ve mali tablolarında yer verilmesi gerekmektedir (TMS 37, m:13-14).

Mahmut DEMİRBAŞ

Tablo 12: 2011 Fiyat Seviyesi Temelli KS 11 Tarafından Swiss Francs'ın Toplam Maliyetlerini Belirleme

KK11 PB11 (MCHF)	KKB	KKM	KKG	KKL	ZZL	KWH Toplam
Atık Yönetimi	4.124	1.834	5.071	4.940		15.970
İleri Üretim Evresi	475	319	455	460		1.709
Devre Dışı Bırakma	809	487	663	920	95	2.974
Toplam	5.409	2.640	6.190	6.320	95	20.654

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:35.

Bir nükleer santralin kapatılmasına ilişkin maliyetlerin tahmin edilmesi çok zordur çünkü büyük nükleer santrallerin kullanım dışı bırakılmasında çok az tecrübe vardır. Aşağıda farklı kaynaklardan alınan kullanım dışı bırakma, kapatılma maliyetlerine ilişkin birkaç tahmin bulunmaktadır. Bunlar (Wallner ve Mraz, 2013:36);

- The Swiss Nuclear Authority
 - ✓ 373 MW net 399.000.000 Euro
 - ✓ 1190 MW net 754.000.000 Euro
- Marine Yankee
 - ✓ 790 MW 616.000.000 USD
- Storm/Smith (2007)
 - ✓ 1000 MW 20.000.000.000 Euro

NEA'nın tahminine göre; devre dışı bırakma, nihai imha, faaliyete son verme maliyetlerinin % 10-15 oranında borçlanma maliyeti içerir. Enerji üretim kapasiteleri, maliyetlerle ilgili net bir sonuç vermez, sadece bir fikir elde etmeye yardımcı olur. Yukarıdaki rakamlara göre kullanım dışı bırakılması ve faaliyetlerine son verme maliyetleri hesaplanırken muhafazakâr davranarak küçük ve ihmal edilebilir bir maliyet unsuru olarak görmemek gerekir (Wallner ve Mraz, 2013:38).

Nükleer santralin faaliyet süresi içerisinde ileride gerçekleşebilecek maliyetleri karşılamak amacıyla bağımsız bir fon kurumu oluşturulabilir. Fakat bu fonu işleten kurumun iflas etmesi söz konusudur. İngiltere'de iflas eden operatör kurumlar olmuş ve bu sebepten dolayı British Enerji geçmişte 20.000.000 Euro ödemek zorunda kalmıştır. Fakat yine de bir fon oluşturmak ve enerji fiyatına yılda KW saat başına sadece 0,035 € cent/KWh dahil etmek faydalı olabilir (Wallner ve Mraz, 2013:36). OECD ülkelerinde nükleer santrallerin sökülmesi ve uzun ömürlü atıkların idaresi

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

için katlanılan maliyetler (tutarı net hesaplanamasa da) hali hazırda elektrik üretim maliyetlerine dahil edilmekte ve tüketicilere fatura edilmektedir. Mutlak olarak yüksek olmasına rağmen bu maliyetler, nükleer enerji üretimine ait toplam üretim maliyetinin % 5'inden az bir oranda fiyatlara yansıtılmaktadır (Picot vd., 2001:18).

Nükleer enerji endüstrisinde 100 yıllık zaman dilimi içinde biriktirdiği fonlarla nükleer kazaların maliyetini garanti etmek amacıyla üretim maliyetinin dışında, 0,139-2,36 Euro/KWh maliyete katlanılabileceğini düşüncesi mevcuttur. Bu amaçla, 0,018-0,079 Euro/KWh olarak hesapladıkları elektrik üretim maliyetinin 100 yıllık zaman dilimi içerisinde 0,157-2,439 Euro/KWh olarak artması beklenmektedir (Wallner ve Mraz, 2013:24).

İsveç ve Finlandiya ise gelecekte muhtemel karşılaşılabileceği maliyet tutarlarını, iskonto edilmiş nakit çıkış tutarları üzerinden yıllık taksitler halinde almaktadır. Faaliyete son verme veya devre dışı bırakma maliyetleri ile fonların kullanılabilirliğini sağlamak önemlidir. İyi maliyet tahminini ve iyi bir gelecek tahminini gerektirir.

Farklı zaman dilimlerinde karşılaşılan üretim yeri ve dışı maliyetler hesaplanırken, muhtemel nakit çıkışlarının bugünkü değeri hesaplanır. Hesaplama yaparken, reaktörün faydalı ekonomik ömrü ile iskonto oranı tahminleri doğru belirlenmelidir. Makul bir varsayım içerisinde muhtemel nakit çıkışı için ayrılması gereken fon tutarı (fon tutarı teorik değeri ifade eder) ve bu fonlardan elde edilebilecek faiz gelirleri muhtemel nakit çıkışlarının bugünkü değerini hesaplarken dikkate alınmalıdır. Nakit çıkışlarının ne zaman gerçekleşeceği önemlidir ve açıklanmalıdır. İskonto oranının seçimi borçlanma maliyetini hesaplamak için olduğu kadar özkaynak maliyetini hesaplamak için gereklidir. Nükleer santraller için genellikle reel faiz oranlarına göre daha yüksek oranlar belirlenir. Fransa'da özkaynak maliyetleri için hesaplanan iskonto oranı, reel faiz oranından % 68 daha yüksek olmasına rağmen, Almanya'da neredeyse eşittir. Çünkü nakit çıkışları için tahmini ödeme süresi farklıdır (Wallner ve Mraz, 2013:39).

Radyoaktif atıkların nihai imha işlemi için yapılan yatırım, başlangıç yatırım kararında gelecekte karşılaşılabilecek olması nedeni ile pek dikkat çekemeyebilir. Fakat nihai imha işlem maliyetlerini önemsememek bilinçli olarak ucuz oldukları konusunda yanlış kanaatin oluşmasına sebep olabilir (Manning ve Gilmour, 2002:1-3).

Nihai imha maliyetlerinin bugünkü değerinin hesaplanması zor olmasının yanısıra finansmanı da zor ve spekulatiftir. İskonto yöntemi ile

Mahmut DEMİRBAŞ

muhtemel nakit çıkışının teorik tutarı oldukça azaltılır. Bu azaltılan tutarla gelecekteki bir zamanda maliyetlerin karşılanıp karşılanamayacağı bilgisi belirsizdir. Örneğin; 100 yıllık zaman diliminde bir nükleer santralin devredışı bırakılması ve nihai imha maliyeti 700.000.000 Euro'ya tahmin edilen değeri % 5 iskonto oranı ile iskonto edilirse, iskonto edilmiş nakit çıkışlarının bugünkü değeri 5.323.143 Euro hesaplanmaktadır. Bu değer tahmini maliyetin $5.323.143:700.000.000 = \% 0,76$ 'sını (binde 7,6) kapsamaktadır. Bu sebepten dolayı zaman dilimi tahmini yaparken faydalı ekonomik ömür olarak 55 yıl kabul edilirse tahmini iskonto edilmiş nakit çıkışlarının değeri 50.219.900 Euro olarak hesaplanır ve bu tutar toplam tahmini maliyetin % 7,1'ini (yüzde 7,1) kapsayabilir ki, bu oran dahi oldukça düşüktür.

Nükleer Enerji Santral Yatırımları Sonucunda Katlanılan Dışsal Maliyetler

Uranyum madeni ile ilgili atık miktarının büyük çoğunluğunun çevreye ve toplum sağlığına etkisi, üretim maliyeti içerisinde yer almamakta ve dışsal (ekstra) maliyetler olarak tanımlanmaktadır (ExternE, 1995:134). Nükleer atığın insanlar üzerindeki potansiyel etkisi, çevreye, radyoaktiflik seviyesine ve atığın yönetildiği koşullara bağlıdır (EEA,2007:3). Çevreye maliyetlerinin hesaplanması oldukça zordur. Gelecekteki zarar maliyetlerini bugünkü değere iskonto ederek ifade etmek, etkisini göreceli olarak küçümsemeye neden olabilir. Örneğin; dışsal maliyetleri % 3 oranında toplam maliyetlerin içine katmak düşük bir oranda da olsa birim maliyetleri etkileyecektir. Dışsal maliyetlerin etkisi olarak 0,25 Euro/KWH toplam birim maliyete eklemek gibi (ExternE, 1995:134). Fakat gerçekte maliyet daha da fazla olarak karşımıza çıkabilir. Gerçekleşebilecek maliyet artışı sürdürülebilirlik ve kuşak içi eşitliğin sağlanması konusunda kaygıları beraberinde getirebilir.

Nükleer enerji santrallerinin güvenlik standartları ve yaşam döngüsü hakkındaki klavuzların güvenilirliği, nükleer enerjide tartışma konusudur. Toplumun bir bütün olarak maruz kaldığı maliyetleri içeren kaza riski, uranyum tedarik zinciri döngüsü sorumluluğunun maliyeti, finansal garanti maliyetleri çoğu zaman üretim maliyetlerinden daha yüksektir (Hohmeyer, 2002:11-13).

Elektrik üretim maliyetini hesaplama formülü; tam kapsamlı sigorta maliyetleri, dışsal maliyetler olarak ifade edilen kazalardan kaynaklanan ölümler ve uzun vadeli hasarlar (sigorta kapsamı dışında), biyokütle için arazi kullanımı değişiklikleri, gizli sübvansiyonlar, güvenlik ve taşıma

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

riskleri ile nükleer enerji araştırma maliyetleri, nükleer enerji ile ilgili enstitülerin çalışma maliyetleri, yeni yerleşim yerleri imalatı ve bu imalatlar için katlanılan borçların garanti maliyetleri ile vergi yüklerinin etkilerini kapsamamaktadır (Wallner ve Mraz, 2013:9).

Ayrıca, liberal politikalar ve rejimler sebebiyle nükleer enerji reaktörlerinin sigorta ödemeleri temel kazaların tasarımı ötesinde doğabilecek zararların tamamını kapsayabilecek ölçüde değildir (Wallner ve Mraz, 2013:19). Aşağıda; 1945-2012 dönemine kazalarının etkilerine, nükleer kazalar ile nükleer üretim firmalarının yüklendiği sorumluluğun kaza maliyetlerine oranına ve nükleer enerji reaktörlerinde sigorta maliyetlerinin üretilen elektrik fiyatlarına etkisine ve hesaplama yöntemine yer verilmiştir.

08.08.1945 – Los Alamos (ABD), Kritiklik Kazası: Yakıt kütlesinin kritikliğe ulaşması sonucu oluşan radyasyondan bir işçi ölmüştür (Kaya, 2012:76).

21.05.1946-Los Alamos (ABD): Bir Öncekine Benzer Kritiklik Kazası; 1 kişinin ölümü ile sonuçlanmıştır (Kaya, 2012:76).

1957 Windscale Nükleer Reaktörü Kazası- İskoçya: Çevreye yayılan radyasyon bazı gıda maddelerine yayılmıştır. Fakat radyasyon düzeyi hayati bir tehlikeye yol açmamıştır (Kaya, 2012:77).

15.10.1958-Vinca (Yugoslavya): Biyolojik zırhlıma olmadan gerçekleştirilen bir kritiklik deneyi sırasında, operatör hatası sonucu kontrolsüz kritiklik nedeniyle 6 personel radyasyona maruz kalmış, 1 kişi ölmüş, 5 kişi lösemi tedavisi görmüştür (Kaya, 2012:76).

1958-ChalkRiver (Kanada): Bozuk yakıt elemanlarının reaktör korundan çıkarılması sırasında, yakıtın taşıma konteynerine sıkışıp, daha sonra depolama kuyusuna düşerek yanması kazasıdır. Yaklaşık 48 kişi farklı düzeylerde radyasyona maruz kalmıştır (Kaya, 2012:78).

24.07.1964-WoodsRiver (ABD): Yüksek zenginlikteki uranyum nitrat solüsyonunun taşınması sırasında meydana gelen kazada 1 kişi hayatını kaybetmiştir (Kaya, 2012:76).

Mart 1965-Chinon A1 (Fransa): Girilmez işaretini görmeyip, yakıt de değiştirme bölgesine giren bir işçi radyasyona maruz kalmıştır (Kaya, 2012:78).

03.01.1968-Idaho Falls (ABD): SL1 araştırma reaktörü, kontrol çubuğunun elle çekilmesi sonucu reaktör koluna fazla miktarda reaktivite verilmesi sonucu ani ve çok miktarda güç yükselmesiyle oluşan "su çekici" nedeni ile meydana gelen patlamada 3 kişi hayatını kaybetmiştir (Kaya, 2012:77).

Mahmut DEMİRBAŞ

13.05.1975-İtalya: Gıda sterilizasyon tesisinde Kobalt-60 kaynağından yayılan radyasyon sonucu 1 ölüm gerçekleşmiştir (Kaya, 2012:77).

1979 Three Mile Island Nükleer Santral Kazası - Amerika Birleşik Devletleri: Havaya yayılan radyasyon çok düşük düzeyde olmuş ve ölüm ya da radyasyon hastalığı gerçekleşmemiştir (Kaya, 2012:76).

23.09.1983-Constituyentes (Arjantin): Reaktör koru modifikasyonu sırasında ani güç yükselmesi nedeniyle 1 operatör ölmüştür (Kaya, 2012:76).

1986 Chernobyl Nükleer Santrali Kazası –Ukrayna (Wallner ve Mraz, 2013:20): 15 ülkeyi etkilemiştir. Yaklaşık 3 milyonu çocuk olmak üzere toplam 9 milyon insan etkilendi. Hayatının kaybeden insan hayatının değeri ve yaşamı devam edenlerin çektiği acılar reaktör dışı maliyetler kapsamında hesaplanamadı. Ukrayna, Belarus ve Rusya doğabilen ve doğabilecek hastalıklarla mücadele için özel bir birim oluşturdu. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre; Ukrayna, Belarus ve Rusya’da 17.843,2 km² tarımsal arazi ve 6.942 km² ekonomik değeri olan ormanlık alan etkilenmiştir. Tarımsal sanayiye dayalı fabrikalar ve maden ocakları kapatılmıştır. Etkilenen insanların yerleşim alanlarının değiştirilmesi, binlerce ev, apartman, çok sayıda okul ve diğer yerleşim yerlerinin yeniden inşasını içermektedir. Sadece Belarus için tahmini katlanılabilecek maliyet 20 yıllık sürede yaklaşık 100 Milyar USD, 30 yıllık sürede 235 Milyar USD olarak tahmin edilmektedir.

30.09.1999-Tokaimura (Japonya): Yeniden işleme tesisinde meydana gelen kazada işçilerin, izin verilen limitlerden çok daha fazla miktarda Uranyum-235’i bir arada depolaması sonucu yaşanmış ve üç işçi yüksek radyasyon alarak hastaneye kaldırılmıştır. 1 teknisyenin hayatını kaybettiği kazada, santral civarında yaşayan 313 bin kişi evlerinden dışarı çıkarılmamış ve 10 kilometrelik bir alan yasak alan ilan edilmiştir (Kaya, 2012:77).

Ekim 1999-(Güney Kore): Teknoloji Bakanlığı’nın yaptığı açıklamaya göre, Kyongsang bölgesindeki nükleer santralde, reaktör bakım-onarım çalışmaları sırasında kaza meydana gelmiştir. Kazada pompadan 45 litre ağır su açığa çıkmış ve ortamdaki radyasyonun kontrol altına alındığı açıklanmıştır (Kaya, 2012:79).

1993-Tomak-7 (Rusya): Yeniden işleme santralinde oluşan patlama sonucu ciddi miktarda plütonyum ve radyoizotopları çevreye yayılmıştır (Kaya,2012:79).

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

1995-Montu (Japonya): Reaktörde sodyum sızıntısı meydana gelmiş ve ardından da yangın çıkmıştır. Reaktör daha sonra kapatılmıştır (Kaya, 2012:79).

1998-Civaux (Fransa): En yeni reaktöründe sızıntı meydana gelmiş, sızıntı ancak 10 saat sonra kontrol altına alınabilmıştır (Kaya, 2012:79).

2002-Davas Besse (ABD): Reaktörün 17 cm kalınlığındaki basınç kabında, çalışma basıncına dayanmak üzere tasarlanmamış paslanmaz çelik kaplamaya kadar ulaşan 130-200 santimetrekarelik bir delik bulunmuştur (Kaya, 2012:79).

2003-Macaristan: 30 yanmış yakıt çubuğunun pek çoğu bir temizleme tankında kırılarak, konteynerin dibinde 3,6 ton uranyum parçası bırakmıştır. Bu durum halen bir sonuca ulaştırılamamıştır (Kaya, 2012:79).

2005-THORP (Britanya): reaktörde nitrik asit sızıntısı nedeniyle tesis o günden sonra kapatılmıştır (Kaya, 2012:7).

Mart 2011 Fukushima-Daiichi Nükleer Kazası - Japonya Mart 2011 (JCER 2011) (Wallner ve Mraz, 2013:21): Yaklaşık 160.000 insan etkilendi. 843 km² ekonomik değeri olan alan etkilenmiştir. 50.000 kişiden fazla insan evleri boşaltmak zorunda kaldı.10 yıldan fazla sürede etkilerine maruz kalacaktır. Reaktörü devre dışı bırakma maliyeti 103,47 Milyar \$ olarak şu ana kadar gerçekleşmiştir (TEPCO, 2017a). Kazanın etkileri detaylı olarak çalışmamızın 4.bölümde incelenmektedir.

2012 France IRSN Kazası- (Wallner ve Mraz, 2013:22): Yaklaşık 5 milyon insan ve 87.000 km² tarımsal ve ekonomik değeri olan alan etkilenmiştir. Yaklaşık tahmini maliyeti dar kapsamlı 120 Milyar € -158 Milyar €.’dur. Bütçelenen tutar 2 Milyar Euro’dur. Fransa IRSN kazası sonrasında katlanılan maliyetler dört ana başlık altında incelenmiştir. Bunlar üretim yeri bünyesindeki maliyetler, üretim yeri dışındaki katlanılan maliyetler, imaj maliyetleri ve enerji üretim kayıpları ile firma değerindeki kayıpları kapsayan maliyetler, kirlenmiş alanlardan doğan maliyetler olarak tasnif edilmiştir.

- **Üretim İçi Maliyetler:** Temizlik maliyetleri, reaktörün tasfiye ve faaliyetine son verme ve aynı zamanda kaybedilen üretim kayıplarını içermektedir.
- **Üretim Yeri Dışı Maliyetler:** Radyoaktif maddelerin elimine edilmesi, sağlık maliyetleri, etkilenen hastaların fiziki tedavi maliyetleri ile tarımsal alandaki üretim kayıplarını içermektedir.

Mahmut DEMİRBAŞ

- **İmaj Maliyetleri:** Oluşan kriz sebebiyle enerji satımındaki müşteri kayıpları, tüketici güveni, reaktör teknolojisine olan güvensizlik ve teknoloji satım kayıpları, turizmin azalması, ülke ihracatında azalma, kredi derecelendirme notunda azalma, ülke borç seviyesinde artışı kapsamaktadır.
- **Enerji Üretim Kayıp Maliyetleri İle Firma Değerindeki Azalmalar:** reaktörün faydalı ekonomik ömründe azalma, izole edilmiş alanlar, maliyet tutarı net olarak hesaplanamayan menkul kıymetler piyasasındaki menkul kıymet değer düşüşleri, yabancı yatırımcının güveninde ve miktarında azalmayı kapsamaktadır.
- **Kirlenmiş Alanlardan Doğan Maliyetler:** Kaza veya üretim sürecinde kirlenmiş alanların eski haline getirilmesi sürecinde katlanılan maliyetleri kapsamaktadır. Bunlar; Çevre düzenlemeleri, yeni yerleşim alanlarının inşaatı, kirlenmiş alanların yeniden planlaması v.b. maliyetlerdir.

Tablo 13: Fransa'daki INES 6 Kazasının Maliyetleri

	Milyar €	Milyar USD \$	Yüzde Dağılım
Üretim Yerinde Maliyetler	6	8	% 5
Üretim Yeri Dışı Maliyetler	9	13	% 8
Kurumsal İmaj Maliyetleri	47	63	% 40
Elektrik Üretiminde Kayıp Maliyetleri	44	58	% 37
Kirlenmiş Alanlardan Doğan Maliyetler	11	16	%10
TOPLAM MALİYETLER	120	158	% 100
TOPLAM MALİYET ARALIĞI	50-240	66-320	

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:23.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

Tablo 14: Fransa'daki INES 7 Kazasının Geniş Yaklaşımlı ve Uzun Vadeli Maliyetleri

	Milyar €	Milyar USD \$	Yüzde Dağılım
Üretim Yerinde Maliyetler	8	11	% 2
Üretim Yeri Dışı Maliyetler	53	68	% 12
Kurumsal İmaj Maliyetleri	166	221	% 39
Elektrik Üretiminde Kayıp Maliyetleri	90	119	% 21
Kirlenmiş Alanlardan Doğan Maliyetler	110	147	% 26
TOPLAM MALİYETLER	427	566	% 100
TOPLAM MALİYET ARALIĞI	172-946	226-1.242	

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:23.

Aşağıda yer alan tablo 15'de nükleer kazalar sonucundaki katlanılan maliyetlerin ne oranda nükleer enerji firmaları tarafından karşılandığına baktığımız aman tamamen bir hayal kırıklığına uğramış oluruz. Bu tablolar, kazalar sonucunda oluşan maliyetlerin firmalar dışında, hükümetler ve tüm vatandaşlar tarafından paylaşıldığını, hatta en fazla sorumluluğun onlarda olduğunu göstermektedir (Wallner ve Mraz, 2013:25).

Tablo 15: Nükleer Kazalar İle Nükleer Üretim Firmalarının Genişletilmiş Sorumluluğun Toplam Kaza Maliyetlerine Oranı

		Kaza Maliyetleri (USD \$)	Yüklenilen Sorumluluk (USD \$)	Kapsama Oranı
Belarus Acc. To Chernobyl (2006)		235 Milyar	450 Milyon	0,00191
Fukushima Acc. To JCER (2011 a)	Minimum	71 Milyar	450 Milyon	0,00633
	Maksimum	250 Milyar	450 Milyon	0,0018
Fukushima Acc. To JCER (2011 b)	Minimum	520 Milyar	450 Milyon	0,00865
	Maksimum	650 Milyar	450 Milyon	0,00069
France Acc. To IRSN (2012)	Minimum	226 Milyar	450 Milyon	0,00199
	Maksimum	1 Trilyon 242 Milyar	450 Milyon	0,000362
France (Scenario Noir)	Minimum	460 Milyar	450 Milyon	0,000978
	Maksimum	5 Trilyon 800 Milyar	450 Milyon	0,0000758

Kaynak: Wallner ve Mraz, 2013:30.

Mahmut DEMİRBAŞ

Atık yönetimi için fon oluşturmak, fonun devletler ile operatörler tarafından garantörlüğü sağlamak, jeolojik depoların uzun zaman sorunsuz muhafazası sağlamak ve atık yönetiminin her aşamasını kapsayan stratejiler geliştirilmelidir. Gelecekte kullanılacak atık yönetim süreçlerinin insan sağlığı ve çevre için daha güvenli olması sağlanmalıdır (Hamilton ve Scowcroft, 2013:4-7).

KURUMSAL YÖNETİM İLKELERİ VE MUHASEBE STANDARTLARININ NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİNE SAHİP TOKYO ENERJİ POWER ŞİRKETİ'NİN FAALİYET RAPORU İLE FİNANSAL TABLOLARINA ETKİSİ

Kurumsal Yönetim İlkeleri Doğrultusunda Kamuoyunu Aydınlatma ve Risk Yönetimi Kapsamındaki Açıklamalar

Tokyo Elektrik Power Şirketi (TEPCO)'nin konsolide finansal tabloları, risk faktörleri bölümünde; olumsuzlukları gidermek için yeni kapsamlı özel iş planı hazırlanmış ve resmi düzenleme kurulları tarafından onaylanmıştır. Yönetimde reformu gerektiren iş planı kapsamında, öncelikli olarak tazminatların düzgün bir şekilde ödenmesini kolaylaştırıcı tedbirler alınmaktadır. Özel iş planı kapsamında hissedarlar, yatırımcılar ve diğer menfaat sahipleri ile işbirliği sonlandırılmaktadır. Çalışma şartları ağırdır. Şirketin ticari faaliyetleri, risklerin gerçekleşmesi halinde önemli ölçüde etkilenebilir. Rapordaki ileriye dönük ifadeler tahminleri içermektedir. Fukushima Daiichi Nuclear Enerji istasyonundaki kaza ile ilgili olarak; nükleer enerji üretim kalitesini yükseltmek amacıyla güvenlik tedbirleri ve güçleri arttırılmıştır. Çok zor bir süreç olan Fukushima Daiichi'nin 1 ile 4 numaralı reaktör ünitelerinin devre dışı bırakılması, sökülmesi, kirli suyun ve diğer radyoaktif atıkların imha edilmesi sürecinde sürekliliği sağlamak için, orta ve uzun vadeli yol haritası doğrultusunda hükümetler ve ilgili kurumlarla beraber hareket edilmesi sağlanmaktadır. Süreç, şirketin hiç karşılaşmadığı zorlukları içermektedir. Bu durum şirketin ticari faaliyetlerini, performansını ve mali durumunu etkilemektedir. Ayrıca grubun sermaye piyasalarında ki değer kaybı, kredi derecelendirme notunun bozulması nedeniyle şirketin fon kaynaklarına ulaşım fırsatları ile fon maliyetleri ve mali durumu etkilenmiştir (TEPCO, 2015:18).

TEPCO değişik tarihlerde elde etmiş olduğu raporları ve hakkında verilmiş olan kararları haber, rapor ve açıklama başlığı ile kamuoyunu bildirme sürecini takip etmektedir. Faaliyet sürecindeki işlemleri ile ilgili açıklamalar aşağıdaki gibidir.

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

"9 Haziran 2011'de Bakanlığa ait Nükleer ve Endüstriyel Güvenlik Kurumu'ndan (Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA)) Fukushima Daiichi nükleer güç santrallerinde yoğunlaşmış radyoaktif maddelerde dahil olmak üzere su tesisatı ve arıtma tesisi ile ilgili talimat belgesi aldık. O günden günümüze kadar talimat doğrultusunda Merkezi Radyoaktif Arıtma Tesisleri'nde (Radioactive Waste Teartment Facility) yoğunlaşmış nükleer maddeleri içeren suyun depolanması ve arıtılması, Nükleer Düzenleme Kurumu (Nuclear Regulation Authority)'nun son düzenlemelerine uygun olarak hazırlandığını bir rapor ile bildirdik" (TEPCO, 2017b) .

"İlgili rapor, 3 nolu üniteye yer alan reaktördeki gelişmeler, reaktörün yer aldığı tesis için koruyucu örtü ve birincil kapsül taşıma gemisinin içini keşif amacıyla dalgıç bir robotun kullanımını içermektedir. Rapor 2017 mali yılının ilk çeyreğini (nisan-haziran) kapsamaktadır. 2011 yılı Büyük Doğu Japan Depremi'ndeki kazadan kaynaklanan yakıt parçalarının ne olduğunu görmek amacıyla detaylı analizin yapılmasını içermektedir. Ünite üç de yer alan reaktörün bulunduğu binanın örtüsü, enerji santrali dışında imal edilen ve reaktör binasının üstünde bir araya getirilen, yakıt montajları ve kullanılmış yakıtların havuzlardan çıkarılmasını sağlayan kubbe biçiminde yapılabilir. Raporda ayrıca; başvuru sürecinde yer alan 7 reaktörden sadece iki tanesinin yeniden faaliyete başlatılmasının mümkün olabileceği, kurum içinde uyum, güvenlik bilinci, teknolojik yenilik ve diyalogun teşvik edilmesi, emniyetle ilgili yönetim reformunun gerekliliğine yer verilmiştir. Japonya dışından nükleer operatörlerden oluşan Nükleer Güvenlik Danışma Kurulu'nun oluşturulması ve ilgili kurulun 2017 yılının ikinci çeyreğinden itibaren faaliyete başlatılması önerilmiştir" (TEPCO, 2017c).

TEPCO şirket politikası olarak risk yönetimi ve yatırımcılarla ilişkiler kapsamında açıklamalarda bulunmaktadır. Şirket, 26 Eylül 2017 tarihinde aşağıdaki açıklamayı yapmıştır.

"Fukushima Daiichi Nükleer Kazası sebebiyle yaklaşık 6,5 yıl sonra bölge sakinleri ve tüm topluma vermiş olduğumuz rahatsızlıktan dolayı derin üzüntü ve özürlerimizi sunuyoruz. Bugün nükleer enerji reaktörlerinden 1 ve 4'ün hizmetten kaldırılmasına ilişkin, orta ve uzun vadeli yol haritasına bağlı kalarak radyoaktif madde içeren su (kirli su) ve kullanılmış yakıtın depolanması ve imhası ile ilgili bakanalar kurulu toplantısı yapılmıştır. 1 ve 4 nolu reaktörlerin hizmetten kaldırılması süreci devam etmektedir. Yakıt havuzlarındaki kirli su miktarını ortadan kaldırmak için çok sayıda önlemi kapsayan istikrarlı ilerleme ile riskin

Mahmut DEMİRBAŞ

sürekli azaltılması sağlamıştır. Orta ve uzun vadeli yol haritası, gelişime bağlantılı olarak revize edilmiştir. Ele alınması gereken yeni konularla karşılaşıldığında, güvenlik önceliğini amaç edinerek riski azaltmaya yönelik çabalarımıza devam edeceğiz. Eşi görülmemiş uygulamalar ve sorumluluğumuz, hizmetten kaldırma süreci tamamlanincaya kadar devam edecektir. Bu süreçte şeffaflığın sağlanmasını temin edeceğiz. Şeffaflık, toplumun düşüncesini ve hisselerini anlamak ve karşılıklı diyalogu geliştirmeye yardımcı olacaktır” (TEPCO, 2017c).

“22 Aralık 2017 ve 26 Temmuz 2017 tarihlerinde onaylanan Özel İş Planındaki revizyona dayanarak, nükleer hasarın giderilmesi, tadilatı ve reaktörlerin devre dışı bırakılması amacıyla Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation tarafından kurumumuza 28,1 milyar yen’lik bir fon başışı temin edilmiştir. İlk yardım, Ocak 2018’in bitimiyle birlikte yapılacak olan 71’nci talebi barındıran tazminat ödemelerini karşılamak için verilmiştir. Nükleer Hasar tazminatı Sözleşmesi Hakkındaki Kanun (Act on Contact for Nuclear Damage Compensation) kapsamında 188,9 milyon yen ve NDF’nin sağladığı 7.521, 6 milyar yen hibe ve yardım alınmıştır” (TEPCO, 2017b).

Muhasebe Standartlarının Doğrultusunda Finansal Tablo ve Dipnotlarında Nükleer Enerji Üretimi İle İlgili Özellikli Konular

Tokyo Elektrik Power şirketinin finansal tablolarının incelemesinde; dönen varlıklar içerisinde stoklar grubunda; nükleer yakıt stokları (loaded nuclear fuel) (ilk madde ve malzeme) ve işlem sürecindeki nükleer yakıtlar (nuclear fuel in processing) (yarı mamul üretim) hesapları, duran varlıklarda; nükleer enerji santralleri kurulum maliyetleri (maddi duran varlıklar) ve ışınlanmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesi için tekel niteliğindeki fonlar hesapları, kaynaklarda ise; ışınlanmış nükleer yakıtın yeniden işlenmesi için ayrılan karşılıklar (reserve for reprocessing of irradiated nuclear fuel), kayıp ve felaketler için ayrılan karşılıklar (reserve for loss and disaster), nükleer tazminat karşılığı (reserve for nuclear damage compensation), nükleer santrallerin geçmiş dönem amortismanlarına ilişkin karşılık (reserve perparation of the depreciation of nuclear power construction) hesaplarının kullanıldığı belirlenmiştir.

Gelir Tablosu içerisinde; nükleer enerji santrallerinde üretilen enerji satışları, nükleer enerji santrallerinde üretilen enerji maliyetleri hesaplarını ve diğer gelir ve giderler arasında ise nükleer hasardan doğan tazminat ödemeleri ile devredışı bırakma şirketine ödenen tutarlara yer verilmiş ve

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

özel karşılık gideri adı altında maliyet giderleri karşılığı hesabı kullanılmaktadır.

Özellikle 1, 12, 13 ve 30 nolu finansal tablo dipnotlarını incelediğimizde muhasebe standartlarını raporlamaya etkisini ne derece güçlü olduğunu görebiliyoruz. İlgili dipnotlara göre; IAS 21 nolu standart doğrultusunda Japonya'da 25 Mart 2011 tarihinde değiştirilen Nükleer Kaynaklı Hammadde, Nükleer Yakıt Malzemesi ve Reaktörleri Kanunu (Act on the Regulation Of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reavctors) nükleer birimlerin hizmet dışı kalması masrafları, toplam tahmini hizmetten çıkarma miktarı, beklenen operasyonel sürenin yanısıra, güvenli depolama periyodunu da içerecek şekilde gerçekleştirilecek toplam tahmini yükümlülüğün iskonto edilmiş bugünkü değeri kadar karşılık ayrılır ve kayıt edilir. Şirketler makul değerleri, tahmin aralıklarını ve iskonto oranını esas alarak karşılık tutarlarını hesaplar ve kayıtlarına alır. Mevcut bilgiler değişebilir, çünkü doğabilecek tazminat yükümlülüklerinin neler olabileceğini tahmin etmek zordur (TEPCO, 2015) İşletme birleşmeleri, konsolide finansal tabloların hazırlanması, iktisap edilen iştirakler için hisse başına kazancın hesaplanması ile ilgili revize edilen standartlar doğrultusunda finansal tablolar hazırlanmıştır. Ek satın almalarda kontrol kaybına neden olmayan bağlı ortaklık ilişkisi, net satışların sunumu, gelir ve azınlık paylarının hesaplanmasındaki değişiklikler yer almaktadır (TEPCO, 2015).

İşinlanmış nükleer yakıtların yeniden işlenmesine ilişkin geçmiş yıllarda maliyetlerin %1,5 oranında karşılık tutarı hesaplanmıştır. 2014 ve 2015 ve 31 Mart 2016 tarihinde sona eren mali yıl sonlarında, Japon elektrik şirketleri için muhasebe standartlarında 31Mart 2015 tarihindeki değişiklik sebebiyle, geçmiş üretim maliyetlerine ilişkin tahmini yükümlülüklerin yerine getirilmesi için karşılık oranı % 4 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; 31 Mart 2016 tarihinde sona eren mali yıldan başlayarak geçmiş 15 yıla ilişkin 2.877.000.000 \$ aktüeryal kayıp diğer gelir ve giderler arasında gelir tablosu ile ilişkilendirilmiştir. İlgili tutar nükleer enerji santrallerinin hizmetten kaldırılması için kullanılacaktır (TEPCO, 2015). Felaketler sebebi ile gerçekleşen; Fukushima Daiichi'nin sökülmesi, devredışı bırakılması için yaptığı masraf ve kayıplarını, orta ve uzun vadeli yol haritası çerçevesinde alınması gereken önlemler sebebiyle doğan kayıplarını, nükleer yakıtların çıkarılması, depolanması ve imha süreci ile ilgili kayıplar "Afetten Kayıplar" başlığı altında gider ve/veya zarar olarak muhasebeleştirilir (TEPCO, 2015). Zararların telafisi,

Mahmut DEMİRBAŞ

felaketlerden kayıplar ve nükleer yakıtın atılması sürecine ait maliyetleri karşılamak için fon oluşturulmuştur (TEPCO, 2015).

1 Ekim 2013 tarihinde elektrik endüstrisi ile ilgili muhasebe kurallarını revize etmek için yapılan bakanlık düzenlemeleri değiştirilmiştir. İlgili düzenlemeler yürürlüğe girdiği tarihten itibaren, sabit varlıklar içerisindeki ve reaktörün çalışmasını durdurduktan sonraki bakım veya hurdaya ayrılması gerektiren duran varlıklar için önlemler alınmış ve duran varlıklar yeniden sınıflandırılmıştır. Bu varlıklar için geri kazanabilir tutarı hesaplamak (başka amaçlarla kullanma imkanı yoktur) veya satış değerini hesaplamak mümkün değildir. Bu varlıkların değeri 0 (sıfır) olarak kabul edilir (TEPCO, 2015).

Nrigataken Chuetsu-Okı Depremi içinde zarar gören şirket varlıklarının restorasyonu için felaketler karşılığı ayrılmaktadır. Afetten kaynaklanan gider ve zararlar aşağıdaki politikalar doğrultusunda muhasebeleştirilmektedir.

Kurum, tahmini tutarı ve zamanı belli dönemler itibarıyla gerçekleşen kayıplarını karşılamak için münferit önlemleri almak ve maliyetlerini hesaplamakla yükümlüdür. Bununla birlikte orta ve uzun vadeli yol haritası ile ilgili maliyet ve/veya zararları için tahmin yapmak zordur. Bir kazada karşılaşılan tarihi maliyetler esas alınarak geleceğe ilişkin tahminler yapılmakta ve tutarları kayıt altına alınmaktadır (TEPCO, 2015).

Nükleer santralin devre dışı bırakılması ve imha edilmesi için katlanılan maliyetler (Fukushima Doriçi Nükleer Güç Santralleri Reaktör 1 ve 4'ün devre dışı bırakılması); ilgili reaktördeki işlenmiş yakıtların yeniden işlenmesi beklenmemektedir. Yüklü yakıtların imha edilmesi için katlanılan maliyet ile giderler (ilgili tutar için karşılık ayrılmıştır) ve güvenli "soğuk kapatma koşulu (cold shutdown)" nu sağlamak için katlanılan maliyet ve giderleri işletmenin karşılaştığı maliyetlerdir. Fukushima Daiichi'nin hizmetten kaldırılmasına karar verilen 1 ile 4 nolu reaktörler için 3.081 000.000 \$, işleme aşamasındaki nükleer yakıtların imha ve depolanma süresi için 43.000.000 \$, güvenli soğuk kapatma ve muhafazası için 978.000.000 \$ maliyete katlanılmakta ve toplam 4.102.000.000 \$ tutarında karşılık ayrılmaktadır (TEPCO, 2015).

Nükleer enerji santralleri devre dışı bırakılmadan önce, reaktördeki nükleer yakıtlar çıkarılmalıdır. Kararlı bir şekilde soğutma koşulları sağlanmalıdır. Somut sonraki çalışma koşulları belirlenecektir. Kuruluş ve çalışma statüsü belirlenmiştir. Şirket yakıt tüketim maliyetlerini makul tahminler aralığında orta ve uzun vadeli yol haritası ile ilgili olarak maliyet ve/veya kayıpları için karşılık ayırmakla yükümlüdür ve karşılık

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

ayrılmaktadır (TEPCO, 2015). Şirketler, yasalar ve yönergeler doğrultusunda gerçekleşen tazminat tutarlarını, ölçütlerini ve nesnel istatistiksel verileri dikkate alarak kayıtlarını gerçekleştirmektedir (TEPCO, 2015). Tazminat tutarları devletlere/hükümetlere göre değişebilir. Şirketin tazminatlara ilişkin kriterleri; referans verilerin doğruluğu ve mağdurlarla yapılacak anlaşmalardır.

31. Mart 2015 tarihinde Japonya'daki Elektrik endüstrisi Muhasebe Standartları'ndaki yapılan ve geriye doğru uygulanmayan değişiklikler ile; hibe yardımı, depolama, saklama, devre dışı bırakma ve nihai imha maliyetlerine göre karşılık ayırmak, nükleer hasar tazmini için karşılık tutarını hesaplamak, nükleer hasarın telafi edilmesine yönelik alınacak yardım ve tazminatların muhasebeleştirilmesi, devre dışı bırakma için mali destek başvurusunda bulunma konuları yeniden belirlenmiştir. Sonuç olarak, değişiklikler yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 2.321.000.000 \$ tutarında mali destek başvurusunda bulunulmuştur. Elde edilen 2.321.000.000 \$ tutarındaki mali destek, hasar tadilatı ile devre dışı bırakma amacıyla elde edilen mali desteklerdir. Bu sebeple, işletmenin gelirleri, kurumlar vergisi ve azınlık hisse payı üzerinde hiçbir etki yaratmamak üzere kayıtlara alınmıştır (TEPCO, 2015). Ayrıca dipnot 30'da şarta bağlı yükümlülükler başlığında da karşılıklar konusu yer almaktadır (TEPCO, 2015).

Ertelenmiş vergi varlığı hesabı kapsamında nükleer tazminat karşılığı ve felaketleri tazmin karşılığı, ertelenmiş vergi yükümlülükleri hesabı kapsamında ise; nükleer hasardan kaynaklanan depolama, saklama, devre dışı bırakma ve nihai imha maliyetleri hibe yardımı hesabını görmek mümkündür (TEPCO, 2015). Nükleer enerjiyi yeniden işleme için oluşturulan fonlar, uzun vadeli menkul kıymet yatırımlarında değerlendirilmektedir (TEPCO, 2015).

Büyük Doğu Japan Depreminin (Great East Japan Earthquake) Tokyo Elektrik Üretim Şirketine Finansal Etkileri

Deprem sebebiyle meydana gelen nükleer enerji reaktörlerindeki kazalar sebebiyle katlanılan brüt maliyet Tablo 16'da yer aldığı gibi yaklaşık 103, 47 Milyar \$'dır. 26,85 Milyar \$ tutarındaki hibe ve yardım alınmış ve firmaya net maliyeti yaklaşık 76,32 Milyar \$ olarak hesaplanmıştır. Bugüne kadar bu tür maliyetlerin her biri üretim maliyeti kapsamı dışında tutulmuştur. Ayrıca; reaktör 5-6 ile ilgili devre dışı bırakılma süreci yeni başlanmış olmasına rağmen soğutma süreci başlamamıştır. Reaktör 1,2,3 ile ilgili soğutma süreci tamamlanmamıştır.

Mahmut DEMİRBAŞ

Reaktör 1,2 ve 3 ile ilgili kapsamlı soğutma koşullarının muhafaza edildiği, reaktörlerin sıcaklığı ve kullanılmış yakıt havuzlarının, diğer atıkların depolanması ve nihai imhası ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Birincil kapsül araştırma gemisinin içinin incelenmesine devam edilmektedir. Yasal düzenlemelerin getireceği ek maliyetler ise bilinmemektedir. Radyoaktif yakıtların son depolama ve nihai imha süreci ile ilgili maliyetler tabloda yer almamakta ve henüz tutarı net bilinmemektedir.

Tablo 14: Büyük Doğu Japan Depreminin Tokyo Elektrik Üretim Şirketine Finansal Etkileri (01 Mart 2011- 31.12.2017 Dönemine İlişkin)

Maliyet ve Gider İle Elde Edilen Hibe ve Yardımlar	Milyar Yen	Milyar \$ 1USD=108,9 Yen
Reaktör 1-4'ün Devredışı Bırakılma Maliyetleri ve Kayıpları	(1.028,3)	(9,44)
Kirli Atığın Atılması, Depolama Süreci ve Diğer Harcamalar ve Kayıplar	(386,9)	(3,55)
Karşılık Tutarlarının Yeniden Hesaplanması Sebepiyle Düzeltmeler	32	0,29
Reaktör 5-6'nin Devredışı Bırakılması Sebepiyle Katlanılan Maliyet ve Kayıplar	(39,8)	(0,37)
Radyasyon Muayenesi İçin Katlanılan Maliyetler, Gönüllü tahliye Sonucu Oluşan Maliyetler ve İşçilerin Kazançlarındaki (İşgücü Kayıplarından Kaynaklanan) Fırsat Maliyetleri	(2.152)	(19,76)
Sevkiyat Kısıtlamalarından Kaynaklanan Kaybedilen Fırsat Maliyetleri	(2.949,7)	(27,09)
Maddi Duran Varlıkların Değer Kaybından Kaynaklanan Giderler, Konut Güvence Maliyetleri, Kazada Etkilenen İnsanlar İçin Sağlık Fonu Ödemeleri	(4.711,4)	(43,26)
Japonya Hükümetinden Elde Edilen Nükleer Kazalar İçin Hibe Tutarı	188,9	1,73
Atıkların İzolasyonu ve Nihai İmhası İle Reaktörlerin Devre Dışı Bırakılmasına Yönelik Alınan Yardımlar	2.735,7	25,12
TOPLAM	(8.311,50)	(76,32)

Kaynak: TEPCO, 2017a:17

Zaman ilerledikçe de maliyetlerin artacağı düşünülmektedir. Nükleer enerji santrallerinde reaktörlerin kapsamlı bir devredışı bırakma sürecine ait maliyeti ve kaza maliyetlerini sağlıklı konuşabilmemiz için bir

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

10 yıllık zaman dilimi daha TEPCO firmasının kaza nedeni ile katlanmış olduğu maliyetleri izlememiz gerekecektir. Çünkü firmaların gelecekte karşılaşılabilecekleri riskler için karşılık ayırma sürecinde sağlıklı bir tahmin yapabilmesi kendisinden önce gerçekleşen tecrübe ve deneyimleri dikkate alabilmesi ile mümkündür.

Tokyo Elektrik Üretim Şirketi (TEPCO)'nin katlanmış veya katlanabileceği maliyetleri hesaplayabilmek nükleer enerji üretim sürecindeki kazanın maliyetini hesaplamak için yeterli olmayacaktır. Çünkü sadece dar kapsamlı maliyet tahminini içerecektir. Çünkü teknolojiye güvenin kaybettirdiği değer, Japonya borsalarında kaza sonrası kayıplar ve kaza sebebiyle iptal edilen ihracat rakamları ve kazaya maruz kalan toplumun uzun dönem yaşayacağı etkiler ve itibar kaybının maliyetleri hesaplama kapsamı dışında tutulmaktadır.

SONUÇ

Nükleer enerji santrallerinin tercih nedenleri; petrole olan bağımlılığın azaltılarak, enerji arz güvenliğini temin etmek ve düşük CO2 salınımı sebebiyle atmosferin kirlenmesi ile mücadele etmektir. Fakat uranyum madenlerinin çoğunluğunun sınırlı sayıdaki ülkelerde yoğunlaşması bağımlılığın azaltılması konusunda şüpheleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca teknoloji bağımlılığı, düşünülmesi gereken bir başka bağımlılık ilişkisidir. Tekelci piyasalarda inşa edilmiş olan nükleer enerji santrallerinin kurulum maliyeti ve enerji fiyatlarının merkezi otorite tarafından belirlenmesi, nükleer enerji maliyetlerinin ucuz olduğu algısına neden olmuştur. Ama liberalize olmuş piyasalarda nükleer enerji santral yatırımları bünyelerinde önemli ölçüde borçlanma maliyeti içermektedir. Arz edilen enerji fiyatlarının piyasada belirlenecek olması ve gelecekteki fiyatlardaki belirsizlik nükleer enerji yatırımlarını riskli yatırımlar sınıfına katmaktadır. Bu sebepten dolayı da nükleer enerji santrallerinin borçlanma faiz oranı içerisindeki risk primi, diğer santrallere göre daha fazladır. Borçlanma maliyetlerinin varlığı liberal piyasalarda üretilen enerji maliyetlerini artırmakta ve ucuz olduğu algısını ortadan kaldırmaktadır.

Nükleer enerji maliyetlerinin sadece değişken nitelikteki, uranyum madenin arzına bağlı maliyetler ve enerji üretim sürecinin maliyetleri dikkate alındığı zaman, nükleer enerji santrallerinde enerji üretmek, gerçekten ucuz enerji kaynağı algısını oluşturabilir. Fakat yaşam seyri uzun uranyum madeninin değer zinciri boyunca katlanılan ayrıştırma, zenginleştirme, ara veya nihai depolama, nihai imha ve devre dışı

Mahmut DEMİRBAŞ

bırakma maliyetleri göz önüne alındığında gerçekten ucuz bir enerji kaynağı mıdır sorusu belirsizliğini korumaktadır. Çünkü nihai imha süreci ve devre dışı bırakılma ile ilgili çok az deneyim mevcuttur.

Nükleer enerji santrallerinin kurulum, işletim ve devre dışı bırakılma sürecinde; devletler tarafından sağlanan sübvansiyonlar, vergi teşvikleri, garanti maliyetleri ve son tüketici olan enerji satın alanların ödediği enerji fiyatlar içine yüklenmiş depolama, devre dışı bırakma ve kazalarla ilişkili tazminat primleri, sorumluluğunun devletler ve toplum tarafından paylaşıldığını gösterir. Ayrıca uranyum tedarik zinciri ve yaşam döngüsünün çevresel etkileri sürdürülebilirliği ve kuşaklar arasındaki eşitliği sağlaması hakkındaki tartışmaları beraberinde getirmektedir.

1945 yılından 2012 yılına kadar olan kazalar dikkate alındığında, özellikle Çernobil ve Fukushima Daiichi kazaları, faaliyet sürecinde sorunsuz gözükken bir süreç, kazalar sonrasında ciddi maliyetlere yüzleşmeyi zorunluğa kılmaktadır. Çünkü enerji üreten firmaların ayırdıkları fonların, yüzleşilen zararları karşılama da ciddi bir yetersizliği söz konusudur. Bu amaçla üst kurullar üstlenilen sorumluluğu, üreten firma, sigorta şirketi, enerji üreten diğer ülkelerden katkı payı ve özellikle enerjinin üretildiği ülke arasında paylaşmaktadır. Sorumluluğun en fazlası ile enerjinin üretildiği ülkeye aittir.

Nükleer enerji üreten kurumlar sahip oldukları sorumluluklar sebebiyle dönemler itibari ile bir kısım bilgileri kamuoyu ile paylaşmaktadır. Kurumların kamuoyuna sundukları bilgi kaynaklarından en önemlisi de faaliyet raporları ve finansal tablolarıdır. Bu sebeple Fukushima Daiichi enerji santrallerini işleten kurum olan Tokyo Electric Power Company (TEPCO) şirketinin 31. Mart 2015, 31. Mart 2016 yıllık ve 31.12.2017 9 aylık mali dönemlerine ait faaliyet raporları ve finansal tabloları incelenmiştir.

TEPCO şeffaflık ve hesap verebilirlik anlayışı içinde, kamuoyunu sürekli bilgilendirme ve yatırımcılarla ilişkiyi sağlamak için risk değerlendirilmesi başlığı altında, faaliyet raporları, açıklamalar ve basın haberleri yoluyla sürekli bilgilendirme yapmaktadır. Kaza sonrasında yasal düzenlemelerin etkisini, katı denetim sürecini ve çalışma usul ve esaslarını kapsayan ayrıntılı bilgilendirme sürecini kamuoyu ile paylaşmaktadır.

TEPCO'nun finansal tablolarında, uranyum madeninin ilk satın alınması ve üretim sürecindeki değerlerinin stoklarda takip edildiği, gelecekte kullanılmak üzere ayrılan fonların uzun vadeli varlıklarda takip edildiği, reaktörün devre dışı bırakılması ve hasarlardan zarar gören varlıkların geri kazanılabilir değerinin veya satış değerinin olmadığı için 0 (sıfır) bedelle yeniden sınıflandırıldığı, uluslararası muhasebe

Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi

standartlarından koşullu borçlarla ilgili standart gereği kaynaklarda gelecekteki gerçekleşmesi muhtemel maliyetlerle ilgili (devredışı bırakma maliyetleri gibi) karşılıkların ayrıldığı ve mali tablolarda yer verildiği tespit edilmiştir. Ertelenmiş vergi varlıkları ve ertelenmiş vergi yükümlülükleri incelendiğinde ayrılan fonlardan elde edilen gelirler (fiyatların içine yüklenmiş zarar tazmini bedeli) ile devletlerden elde edilen teşvik, sübvansiyon ve doğrudan mali nitelikteki desteklerin ve yakıt tüketim maliyetlerini makul tahminler aralığında orta ve uzun vadeli yol haritası ile ilgili olarak maliyet ve/veya kayıpları için ayrılan karşılık tutarları kurumlar vergisi kapsamı dışında tutulmaktadır. Ayrıca, kazalar sebebiyle oluşan hasar tazminatı ve tadilatı ile devre dışı bırakma için devletlerden ve diğer kurumlardan elde edilen mali destekler ile ayrılan fonlarla elde edilen uzun vadeli menkul kıymet yatırımlarından kazanılan gelirlerin, işletmenin gelirleri, kurumlar vergisi ve azınlık hisse payı üzerinde hiçbir etki etki yaratmamak üzere kayıtlara alındığı ve muhasebe politikalarının sürekliliğinin sağlandığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; nükleer enerji ile ilgili toplumsal güveni kazanmak, teknolojiye aşına olunmasına, belirsizlik derecesinin azaltılmasına, kontrol seviyesinin yükseltilmesine, sonuçları için toplum endişesini azaltılmasına, enerji üretici kurumların ve teknolojinin güvenilirlik derecesine, karar verme süreçleri ile toplumun değerlerine bağlıdır. Toplumun kaygılarını dile getirmesi ve kabul edilebilir çözümlerle müzakere edilmesi önemlidir. Çözümler bilimsel olursa toplum güveni kazanılabilir.

KAYNAKÇA

- BDS 700 (2017). Bağımsız Denetim Standardı 700 "Finansal Tablolara İlişkin Görüş Oluşturma ve Raporlama", Tarih; 24,03,2017, Resmi Gazete Sayı; 30017.
- Bles, M., Afman, M., Benner J., Blom M., Croezen H., Rooijers F. ve Schepers B. (2011). Nuclear Energy: The Difference Between Costs and Prices, Delft, CE Delft, July, Publication code: 11.3475.52, 1-96.
- Daştan, A. ve Bellikli, U. (2015). Kurumsal Sosyal Sorumluluk ve Muhasebe Etkileşimi:Türkiye’de Kurumsal Yönetim Endeksine Dâhil İşletmelerde Bir Araştırma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, Nisan, 180.177-208.

Mahmut DEMİRBAŞ

- Demirbaş, M. ve Uyar S. (2006). Kurumsal Yönetim İlkeleri ve Denetim Komitesi, Güncel Yayıncılık 262.
- EIRP (2017). Energy Innovation Refom Project, What Will Advanced Nuclear Power Cost? A Standardized Cost Analysis Aof Advanced Nuclear Technologies in Commercial Development, Energy Options Network, 1-46.
- EEA (European Environment Agency) (2007). EN 13 Nuclear Waste, Production, 1-10.
- ExternE (1995). Externalities of Energy. Vol 1. Summary. European Commission Directorate General XII Science, Research and Development. Compiled by ETSU, UK, 1-287.
- Hamilton, L. ve Scowcroft B. (2013). Strategy for the Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High Level Radioactive Waste, Blue Ribbon Commission Report, United States Of America, Department of Energy, 1-14.
- Hohmeyer, O. (2002). The Social Costs of Energy Consumption, Rio 02 World Climate, Energy Event, Copacabana Palace, Rio De Janerio, 6-11 January, 1-25.
- IAEA (Interantional Atomic Energy Agency) (2009). Cost Of Spent Nuclear Fuel Storage, Nuclear Energy Series, No: NF-T-3.5, Vienna, 1-70.
- Manning, R. ve Gilmour, J. (2002). Decommissionin Cost Estimating The Price Approach, WM-02 Conference, February 24-28, 2002, Tuscon, 1-10.
- Matsuo, Y., (2012). Summary and Evaluation of Cost Calculation For Nuclear Power Generation by the Cost Estimation and Review Committee, IEEJ, May, 1-12.
- Kaya, İ.S. (2012). Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan, Abant İzzet baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(24), 72-90.
- Linsley, G. (2004). Finding of the International Conference on Safe Decommissioning for Nuclear Activities, Strategy selection for the Decommissioning of Nuclear Facilities Seminar Proceedings, Tarragona, Spain, 1-4 Eylül 2004.
- Lund, I. (2004). Decommissioning of Nuclear Power Plants Policies, Strategies and Costs Radiactive Waste Management, Strategy selection For The Decommissioning Of Nuclear Facilities Seminar Proceedings, Tarragona, Spain, 1-4 Eylül 2004.
- OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development) (2004) NEA No; 5300, 71-75.

**Kurumsal Yönetim Çerçevesinde Nükleer Enerji Santrallerinin Maliyet
Unsurları ile Enerji Fiyatlarının İlişkisi**

- Picot, C., Riotte, H., Lang, J. ve Leon, L., (2001). Sustainable Solutions for Radioactive Waste, OECD Observer, 18. http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/531/Sustainable_solutions_for_radioactive_waste.html (10.06.2018)
- TMS 23 (Türkiye Muhasebe Standartları 23) (2017). Borçlanma Maliyetleri, Madde 1-30, 1-5. http://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_23_2018.pdf (10.06.2018)
- TMS 37 (Türkiye Muhasebe Standartları 37) (2017). Karşılıklar, Koşullu Borçlar ve Koşullu Varlıklar, Madde 1-101, 1-13. http://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/DynamicContentFiles/T%C3%BCrkiye%20Muhasebe%20Standartlar%C4%B1/TMSTFRS2018Seti/TMS/TMS_37_2018.pdf (10.06.2018)
- TEPCO, Tokyo Elektrik Power Company (2015). Year Ended March 31, 2015 Financial Statements, 1-274. <http://www.tepco.co.jp/en/corpinfo/ir/tool/annual/pdf/ar2015-e.pdf> (10.06.2018)
- TEPCO, Tokyo Elektrik Power (2017). FY2017 3rd Quarter Financial Results, 1-47. http://www.tepco.co.jp/en/corpinfo/ir/tool/presen/pdf/180130_1-e.pdf
- TEPCO, Tokyo Elektrik Power Company (2017). Revision Of The Mid and Long Term Roadmap Towards Decommissioning Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 1-4, Announcements Seo 26, 2017. http://www.tepco.co.jp/en/announcements/2017/1456508_10494.html
- TEPCO, Tokyo Elektrik Power Company (2017). Financial Assistance From The Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation, Press Releases 2017, Dec 22 2017 http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2017/1470568_10469.html
- Varley, G., ve Rush, C. (2011). "On Decommissioning Cost For Nuclear Power Plants", Swedish Radiation Safety Authority, Report Number; 2011-03, ISSN; 2000-0456, 1-40.
- VGB PowerTech (2012), "Waste Disposal For Nuclear Power Plants", ISBN 978-3-86875-400-1, Essen, Germany, 1-44.

Mahmut DEMİRBAŞ

- Wallner, A. ve Mraz, G., (2013). The True Cost Of Nuclear Power, Vienna Environmental Ombudsman, Osterreichisches Okologie Institute, December, 1-52.
- WBG, World Bank Group (2016). ECOFYS, Carbon Pricing Watch 2016, 1-16.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24288/CarbonPricingWatch2016.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Yıldıztekin, İ. (2009). Sürdürülebilir Kalkınmada Çevre Muhasebesinin Etkileri, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13 (1), 367-390.